ISSN 2177-451X

SINERGIA

Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Artigos

Volume 12 - N. 2
maio-agosto de 2011

Ministério
da Educação
GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

REVISTA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

QUADRIMESTRAL

ISSN 2177-451X

Sinergia | São Paulo | v. 12 | n. 2 | p. 125-208 | maio/ago. 2011

A Revista **SINERGIA** é uma publicação quadrimestral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - São Paulo e tem por objetivo a divulgação de todo o conhecimento técnico, científico e cultural que efetivamente se alinhe ao perfil institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

//

Revista Sinergia

http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia
sinergia@ifsp.edu.br

Raul Püschel tel.: 2763-7679
Ademir Silva tel.: 2763-7633/2763-7679

Rua Pedro Vicente, 625 — Canindé
São Paulo — SP — CEP 01109-010

SINERGIA (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - São Paulo).
São Paulo, v.12 n.2, maio/ago., 2011

Quadrimestral

ISSN 2177-451X

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - São Paulo - Periódicos.

CDU 001(05)"540.6":(81)

SUMÁRIO

EDITORIAL

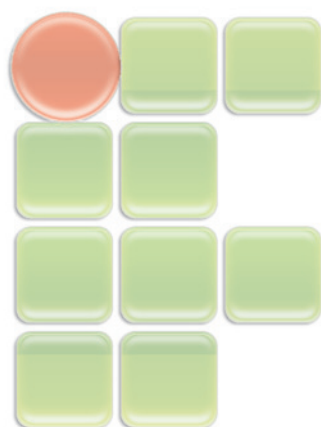
Raul de Souza Püschel [1]

Esta edição da revista começa com o artigo “Reformas do ensino médio e profissional nos anos 1990 no Brasil”, que discute a legislação de tal período, as mudanças de perspectivas na educação profissional, as influências de fatores internos, bem como outras externas ao pensamento pedagógico, com base em uma matriz econômica.

O segundo trabalho chama-se “Análise de estimativa de esforço utilizando análise de pontos de função em aplicações com sistemas supervisórios”. Discute-se nele “o esforço necessário no desenvolvimento de sistemas supervisórios utilizando o aplicativo LabVIEW”, o que resulta em economia de tempo e custos, bem como em menor utilização de horas de trabalho dos funcionários envolvidos.

O texto seguinte “Desenvolvimento sustentável na era do conhecimento” coloca em xeque o que os autores chamam de tecnovício e apresenta uma reflexão acerca das formas possíveis de crescimento sem prejuízo ao ambiente e à qualidade de vida, pensando em uma articulação saudável entre as esferas econômica, social e ecológica.

O quarto estudo, “A videoconferência como recurso de educação a distância”, analisa de que modo a videoconferência é um recurso fundamental para os avanços da educação, permitindo a otimização do tempo do educando, que paralelamente passa a ser ainda mais responsável por gerenciar seus próprios resultados. Discute ainda como uma aula a distância exige muito mais interação entre técnicos, docentes e discentes, para que não seja uma mera transposição para outra tecnologia sem que se explore o verdadeiro alcance e potencialidades de tal mudança. Deve-se considerar ainda que o trabalho do professor torna-se muito maior, o que exigiria a devida contraparte das instituições, que geralmente não o remuneram na mesma proporção.

Na sequência, o trabalho “Estudo sobre o uso da Tecnologia da Informação na integração da cadeia produtiva sob as demandas de um ambiente de produção enxuta” discorre sobre como otimizar o processo produtivo, eliminando-se gargalos, deslocamentos desnecessários, tempo de espera, produção excessiva, entre outras formas de desperdício no sistema de produção, ao se ter como base o desenvolvimento de procedimentos presentes no JIT (“just-in-time”) e no Jidoka, associados às novas tecnologias da informação.

O sexto texto, “A inovação tecnológica e a institucionalização dos núcleos de inovação tecnológica”, fala inicialmente acerca das principais formas de inovação tecnológica, depois discute a lei de inovação e a institucionalização das NIT’s, para ao final mostrar como isso se deu no contexto da Universidade Federal de Uberlândia.

Por sua vez, “Instrumento de análise e diagnóstico em máquinas rotativas de indução” “apresenta uma proposta de desenvolvimento de um instrumento de análise de falhas e diagnóstico de defeitos em máquinas rotativas, em tempo real, de baixo custo, baseado em tecnologia DSP, embarcada em dispositivo PPGA”.

Em “Estudo de caso do processo de crimpagem em terminais eletromecânicos”, após a definição do que é o processo, fez-se uma investigação que levou em conta simulações por meio do *software* stampack. Tais simulações permitem a redução dos ciclos de tentativa e erro, redundando então em trabalho de boa precisão e alto grau de confiabilidade.

Fecha-se esta edição com o ensaio “Freinet vai ao ensino médio no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo *campus* São Paulo”. Fala da experiência do “Jornal Escolar”, que partiu da área da Matemática, mas adotou uma forma de interação interdisciplinar, resultando, então, em um desempenho significativamente melhor do corpo discente.

1 Doutor em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP - Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

REFORMAS DO ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL NOS ANOS 1990 NO BRASIL

Maria Cristina Rizzetto Cerqueira *
Maria do Carmo Siqueira **
Solange Maria de Souza ***

O artigo apresenta uma fase da história da Educação Profissional no Brasil a partir de consulta a legislações da década de 90 e autores que realizaram registros sobre o mesmo período. O texto resulta de um estudo bibliográfico e documental. Foi possível observar que a reforma do Ensino Médio e Profissional dos anos 1990 foi influenciada por fatores externos e internos e que resultaram em mudanças nas estruturas dessas modalidades de ensino no país.

Palavras-chave: Educação Profissional. Neoliberalismo. Políticas públicas.

This article presents a phase of the history of the professional education in Brazil. To compose this article, reviews of the government enactments and academic publications in the 1990's were used. This article is based on a literature review and an analysis of historical documents. It was possible to observe that the adjustments made in High and Professional Schools in the 1990's were influenced by internal and external factors and resulted in changes in the country educational structure.

Keywords: Professional Education. Neoliberalism. Public Policy.

1 INTRODUÇÃO

O debate sobre a reforma do ensino médio e profissional dos anos 1990 teve início no período anterior à publicação da nova Lei de Diretrizes e Bases n.º 9.394/96 de 20 de dezembro de 1996 e do Decreto n.º 2.208 de 17 de abril de 1997.

Para o entendimento do termo Reforma, que foi discutido por diversos autores, utilizamos a definição de Canário (apud AFONSO, 2005)

> uma mudança em larga escala, com caráter imperativo para o conjunto do território nacional, implicando opções políticas, a redefinição de finalidades e objetivos educativos, alterações estruturais no sistema que se aplica (p. 55).

Para a compreensão do período dos anos 90, em que ocorreu a reforma, alguns documentos serviram como indicação para a reflexão.

Um dos documentos foi o Parecer que versava sobre as Diretrizes Curriculares para a educação profissional, CNE/CEB[1] n.º 16/99. Nele é possível identificar uma visão das escolas técnicas antes da reforma e as alterações que adviriam das mudanças preconizadas, na seguinte redação:

> as escolas técnicas tradicionais acabaram se tornando a opção pessoal de estudos propedêuticos, distorcendo a missão dessas escolas técnicas. A separação entre educação

1 O parecer trata das diretrizes curriculares nacionais para a educação profissional de nível técnico e foi elaborada pela Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação. O CNE possui atribuições de ordem normativa, deliberativa e de assessoria ao Ministro da Educação.

* Mestre em Educação, Arte e História da Cultura - Pedagoga do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: <crisrizzetto1@hotmail.com.br>.
** Mestranda em Educação - Pedagoga do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: <mcarmo@ifsp.edu.br>.
*** Mestranda em Educação - Pedagoga do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: <solangesouza4@hotmail.com>.

> profissional e ensino médio, bem como a rearticulação curricular recomendada pela LDB, permitirão resolver as distorções apontadas. Em primeiro lugar, eliminando uma pseudo-integração que nem prepara para a continuidade de estudos nem para o mercado de trabalho. Em segundo lugar, focando na Educação profissional a vocação e missão das escolas técnicas. (p.15).

O Decreto n.º 2.208/97, que regulamentou a educação profissional, apresentou em seu Art. 5º a principal mudança nessa modalidade de ensino, quando definiu que "A educação profissional de nível técnico terá organização curricular própria e independente do ensino médio". Dessa forma, houve uma ruptura, já que até aquele momento a legislação da educação profissional de nível técnico previa um currículo que integrava a formação profissional ao ensino médio.

No formato de ensino técnico apresentado no Decreto, continuaria a existir, na visão de Moura (2010), a dualidade histórica, com a formação de caráter propedêutico, comumente utilizada para a formação das elites, e a formação de caráter instrumental dirigida à classe trabalhadora popular.

Igualmente pela análise de Fernandes (2006), a separação entre a formação geral e profissional nos currículos dos cursos técnicos, criada a partir do Decreto, não foi adequada, tendo em vista que:

> Estudos mais recentes, em que são considerados os mais diretamente envolvidos no processo ensino-aprendizagem com professores e alunos, apresentam, como regra geral, a impropriedade dessa metodologia, indicando a impossibilidade de construção da formação técnica sem os conhecimentos científicos a ela relativos e, mais do que isso, indicam que a possibilidade de uma formação técnica consistente é tributária da integração e não da justaposição desses conhecimentos, como preconizado no modelo de formação profissional desintegrada. (p. 49).

O Decreto n.º 2.208 recebeu inúmeras críticas com propostas de 300 emendas de representantes da sociedade civil e de educadores. A oposição ao projeto se devia a setores da sociedade defensores do caráter politécnico da Educação Profissional, que não concordavam com a dissociação entre a educação geral e a profissional (APRILE, 2007).

Para Frigoto (2010), o Decreto n.º 2.208/97, "restabeleceu o dualismo entre educação geral e específica, humanista e técnica, destroçando, de forma autoritária, o pouco ensino médio integrado existente" (p. 32). Existia, segundo o autor, a expectativa de revogação do Decreto por parte do governo Lula, com base nas cobranças da área educacional por meio das organizações científicas e sindicais e que ocorreu em 2004.

Com o governo do Partido dos Trabalhadores assumindo a Presidência, houve mudanças na área educacional do país e, após sete anos da publicação do Decreto n.º 2.208/97, foi revogado com a promulgação do Decreto n.º 5.154/04.

O Decreto n.º 5.154/04 retoma a possibilidade de integração do ensino médio ao técnico e em seu Art. 4 º, §1 º, define que a articulação entre a educação profissional técnica de nível médio[2] e o ensino médio[3] poderá ocorrer nas formas integrada, concomitante e subsequente.

Ramos (2010) assinala que a visão de ensino médio integrado ao técnico que retornou com o Decreto n.º 5.154/04 vai ao encontro dos ideais ligados à politecnia[4]:

> o ideário da politecnia busca romper com a dicotomia entre educação básica e técnica, resgatando o princípio da formação humana em sua totalidade... (p. 44).

2 A educação profissional técnica de nível médio oferece aos alunos egressos de seus cursos em várias áreas de atuação uma formação que dá o direito de exercício de uma profissão como técnico de nível médio.

3 A partir de 1996 o ensino médio no Brasil corresponde à última fase da educação básica e propicia uma educação de caráter científica geral e não profissionalizante.

4 A politecnia diz respeito ao domínio dos fundamentos científicos das diversas técnicas que caracterizam o processo de trabalho produtivo na modernidade e que se, entendidos pelo profissional, lhe possibilitarão condições de atuar em várias modalidades de trabalho.

2 O CONTEXTO EXTERNO E SUAS IMPLICAÇÕES NA REFORMA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DOS ANOS 1990

O neoliberalismo[5] parece estar implícito na reforma da educação profissional dos anos 90, pois, a partir dele, surgiu um novo discurso com palavras que aparecem como carro-chefe nos modos de produção, tais como qualidade e competitividade.

O neoliberalismo, segundo Silva (1994), atribuiu ao setor público e ao Estado as dificuldades e mazelas sociais e econômicas pelas quais países, como o Brasil, passavam e, em contrapartida, adotou os modelos considerados eficazes pela iniciativa privada como capazes de auxiliar a recompor a economia e a sociedade.

Pela visão neoliberal, os problemas da escola estão focalizados na má administração e não nos demais fatores sociais e econômicos que levam a situações de exclusão.

Frigoto (1994) indica que o neoliberalismo prega um estado com atuação mínima nos fatores sociais, porém com atuação máxima nos serviços considerados pelos neoliberais como de interesse do capital. Para o autor:

> a educação e o conhecimento são reduzidos a meros fatores de produção alheios às relações de poder como se educação estivesse a serviço do mercado, quando, na verdade, deveriam ser processos de emancipação humana. (p.66).

A Educação Profissional e Tecnológica deve ter como meta a realização de um trabalho pedagógico que ajude o aluno a desenvolver sua capacidade de analisar, interpretar e resolver os problemas do cotidiano, ideia que se coaduna com a perspectiva da educação como emancipação definida por Frigoto (1994).

Para que a formação oferecida na EPT seja politécnica, Frigoto (1994) considera necessário romper com as "dicotomizações de formação geral e específica, humanista e técnica, teórica e prática" (p.76). Portanto, o ideal seria buscar a escola unitária, tecnológica ou politécnica que, por oferecer uma sólida formação geral e tecnológica, possibilita desenvolver uma melhor qualificação para que a força de trabalho receba a educação de que necessita para sua emancipação.

Assim, o cenário mundial se modificou na década de 1990, o que Torres (2003) avalia como "uma nova forma de relação entre os países que redirecionam suas políticas, delineando-as por um modelo de economia que subjuga as políticas sociais aos ditames do mercado". (p. 95).

Para uma adequada compreensão da proposta de reforma da educação profissional brasileira nos anos 90, é necessário identificar fatores que interferiram na concepção das propostas elaboradas na época, dentre os quais incluem-se os critérios adotados pelos organismos econômicos internacionais para concessão ou não de créditos aos países para fins de investimento na educação.

As primeiras organizações entre países, com a finalidade de estabelecer formas globais de atuação, surgiram a partir da Conferência de Bretton Woods realizada em 1944 e visavam a estabelecer acordos e políticas de intervenção, na ordem econômica e social. Entre as organizações que surgiram estavam o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Mundial.

O fato de deterem o poder econômico necessário e fundamental para efetivação das políticas educacionais nos países da América Latina conferiu a tais organizações um real poder de influência na concepção de tais políticas. Segundo Silva (2002)

> no período de 1985-1994, com o acirramento dos desajustes sociais e econômicos, no âmbito interno, houve predominância das políticas e das estratégias do Banco Mundial, incorporadas pelos Estados da América Latina. (p. 101).

Ao realizar empréstimos aos países mais pobres, as agências multilaterais tiveram como maior preocupação o seu crescimento econômico, dado que os empréstimos eram

5 O neoliberalismo é uma orientação econômica que tem como paradigma a mínima intervenção estatal, uma maior liberdade de mercado e uma crescente tendência à redução da ação do Estado nos programas e projetos econômicos e sociais.

realizados dentro de uma estrutura bancária que visava ao lucro. Com o foco nos dividendos, acordos decorrentes dos empréstimos não permitiam o desenvolvimento humano e a melhoria na qualidade de vida das populações que receberam o investimento. Assim, existiu uma relação de interdependência entre países credores e devedores dos organismos internacionais que se deu, segundo Garcia (1995), pelo fato de que os "países ricos necessitam que existam países pobres endividados. Esta é a lógica perversa das relações internacionais".(p. 7).

Oliveira (2006) considera que as políticas educacionais no Brasil sofreram influências de órgãos internacionais, como da Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL), do Banco Mundial e do Banco Interamericano de Desenvolvimento, pois estes organismos, apesar de não atuarem diretamente na área educacional, assinalavam que para a existência de articulação entre crescimento econômico e justiça na área social, era necessária a realização de modificações nas políticas educacionais, passando assim a intervir com suas recomendações, na educação brasileira, com vistas à competitividade futura dentro do mercado global.

Ao estimular políticas educacionais que geram a subordinação das escolas profissionalizantes aos desejos do mercado de trabalho, estimula-se a crença de que a culpa pelo desemprego e pelo atraso de um país nos setores sociais e de serviço estaria nos indivíduos e nas escolas profissionalizantes, que não os preparam devidamente, retirando o foco de fatores realmente determinantes para a situação mundial, que são de ordem econômica e política.

Os resultados dos empréstimos e da adoção das medidas ditadas pelo Banco Mundial no Brasil não levaram a uma diminuição da pobreza como preconizado, pois houve um acréscimo de 10% no número de brasileiros vivendo abaixo da linha de pobreza entre 1980 e 1990. (OLIVEIRA, 2006).

Segundo esse autor, as orientações do Banco não propiciam melhor qualidade de vida aos países mais pobres:

> O Banco Mundial, objetivando assegurar as melhores condições para a reprodução do capital e impondo condições catastróficas aos países devedores, de forma alguma estabelecerá uma atmosfera política e econômica favorável para as nações em desenvolvimento sustentável com maior justiça social. (p. 61).

O discurso defendido pelo banco na época advertia que cursos longos não estariam de acordo com a vigência de mudanças tecnológicas que ocorrem no cotidiano do mercado de trabalho, devendo, portanto, a educação profissional ter um caráter flexível e desvinculado da formação geral, pois esse modelo integrado de curso seria de alto custo.

Para Torres (2007), a proposta do Banco Mundial é "formulada por economistas para ser executada por educadores" (p. 138) e deixa de fora protagonistas como o professor e a pedagogia ao se tratar de educação, além de utilizar-se de dados quantitativos para estabelecer suas propostas e não valorizar aspectos qualitativos que são fundamentais no relacionamento humano. Além disso, poucos autores e pesquisadores do terceiro mundo servem de base para as análises que o Banco Mundial realiza, sendo normalmente a maioria dos estudos e análises utilizados originados de estudos realizados por países do primeiro mundo, o que deixa uma grande lacuna entre o que se propõe para a educação e o que a realidade dos países apresenta localmente. Outro fator que pode limitar as estratégias definidas pelo banco para o grupo de países em desenvolvimento é que algumas têm origem em estudos sobre a realidade africana, onde a educação possui indicadores mais baixos e a pobreza atinge grande parte da população e não são as condições idênticas às de outros países.

Santos (2002), em sua avaliação sobre o Banco Mundial e suas políticas, afirma que estas últimas

> induzem à exclusão educacional e criam fissuras irreparáveis porque desconsideram a história política, econômica, cultural e social dos países, insistindo em uma reforma educacional baseada

> na racionalidade técnica e linear, derivada de pressupostos da teoria econômica clássica, para uma sociedade heterogênea, mergulhada em conflitos de classes, composta de desigualdades sociais e econômicas, de contradições e de disparidades salariais, fazendo crer que todos têm rendimentos e oportunidades iguais. (p. 90).

Os governos das nações como o Brasil, ao se aproximarem das agências multilaterais em busca de auxílio financeiro, acabaram por abrir as portas para que a interferências externas de caráter econômico influenciassem a política educacional interna e os princípios elementares da promoção social ficassem por vezes excluídos da relação educação e trabalho.

3 O CONTEXTO INTERNO E SUAS IMPLICAÇÕES NA REFORMA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DOS ANOS 1990

No contexto interno, havia, no período, discussões visando à reforma do ensino médio e profissional, anteriormente à promulgação da LDB/96. Existiam dois projetos em discussão sobre a temática, originados no Ministério da Educação e no Ministério do Trabalho. Paralelamente, surgiu, na sociedade civil, um movimento sindical e popular, que defendia a escola básica pública.

O MEC estava atento ao ensino médio integrado ao técnico da Rede Federal de Educação Profissional e à relação custo-benefício desses cursos, considerada alta para o governo.

Para Cunha (2000), as políticas adotadas pelo Ministério do Trabalho e pelo da Educação, no governo Fernando Henrique Cardoso, eram originárias de visões diferentes entre seus ministros, pois

> Enquanto o ministro do trabalho (Paulo Paiva) dialogava com os dirigentes sindicais de todas as tendências, inclusive os que faziam intensa e direta oposição à política do governo, o ministro da educação (Paulo Renato Costa Souza) sequer reconhecia como interlocutores legítimos as associações e os sindicatos que atuavam na área. (p. 218).

Em 1996, o Ministério da Educação publicou um pequeno volume de divulgação intitulado “Reforma do Ensino Técnico” (MEC, 2006), em que o secretário de Educação Tecnológica, Átila Lira, na apresentação afirmou que o material tinha a finalidade de informar e divulgar a política de educação profissional que havia sido idealizada pelos Ministérios da Educação e do Trabalho, promovendo um debate sobre o futuro deste tipo de educação no Brasil.

Nas considerações iniciais desse material de divulgação da reforma, é possível identificar a vinculação entre educação e desenvolvimento econômico esperado, conforme transcrição abaixo:

> A Educação Profissional é estratégica para o desenvolvimento sustentado, o qual requer, entre outras bases, pessoal qualificado. A qualificação do trabalhador exige, hoje em dia, não apenas um treinamento específico para a realização de tarefas, mas uma base de conhecimentos, atitudes e habilidades que só podem ser obtidas através de uma sólida educação geral. (p. 4).

No mesmo documento (MEC, 1996), aparece uma crítica ao sistema educacional existente na época, que seria um dos motivos para a reforma proposta. O texto indica problemas “na estrutura do ensino, tanto o formal quanto o profissional, os quais se revelam hoje demasiado rígidos e antiquados para satisfazerem a imensa demanda existente por níveis mais elevados de qualificação” (p. 4).

Os parceiros do governo[6] nesta empreitada foram, conforme apontado no volume de divulgação do governo, as instituições de formação profissional como as Organizações Não Governamentais, as redes de ensino técnica federal, estadual e municipal, os trabalhadores e o empresariado nacional.

6 Caberia a eles a oferta de qualificação, requalificação e especialização de trabalhadores, além da prestação de serviços e assessoria ao setor produtivo.

Uma das premissas da política do MEC, na época, era que a educação profissional devia ter o foco no mercado. Tal direcionamento vai ao encontro das ideias do Banco Mundial, sendo possível observar que naquele momento existia a influência da visão dos organismos multinacionais na política educacional brasileira.

Segundo Lima (2004), antes do governo Fernando Henrique Cardoso, as políticas públicas tinham no Estado um mantenedor dos serviços públicos educacionais. Após 1995, houve uma mudança com uma forte inclinação para "criar um consenso de que as instituições não estatais e privadas deveriam compartilhar a oferta de serviços públicos eximindo o Estado de tal responsabilidade" (p. 25). Segundo o autor, o setor público não estatal, como as Organizações Não Governamentais (ONG) e os serviços privados, assumiria as atividades propostas pelas políticas públicas, porém com subsídios do Estado, podendo realizar tais atividades por meio de convênios e contratos com o governo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reforma da educação profissional surge então num momento em que no contexto externo existia uma tendência das agências financiadoras multinacionais em indicar que a formação profissional fosse assumida por entidades privadas, que os cursos técnicos estivessem a serviço do mercado e que o Estado restringisse sua atuação na formação profissionalizante buscando convênios com fundações e ONG's. O governo federal no Brasil na década de 90 adotou as medidas de acordo com essas ideias e, portanto, a reforma da educação profissional foi permeada por valores, orientações e medidas baseadas no que ditavam as agências externas.

REFERÊNCIAS

APRILE, M. R. Educação profissional e políticas públicas. In: VIEITEZ, C. G.; BARONE, R. E. M. (Orgs.). *Educação e políticas públicas*: tópicos para debate. Araraquara: Junqueira e Marin, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Reforma do Ensino Técnico. Brasília: MEC/TTB, 1996.

BRASIL. Lei n.º 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. *LDB*: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Ministério da Educação, 20 dez. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Decreto n.º 2.208, de 17 de abril de 1997. Regulamenta o 2º parágrafo do artigo 36 e os artigos 39 a 42 da Lei n.º 9364, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Educação Profissional: Legislação básica. 2. ed. Brasília: MEC/PROEP, 1997.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação; Câmera de Educação Básica. Parecer n.º 16/99, de 05 de outubro de 1999. Diretrizes curriculares nacional para a educação profissional de nível técnico. Comissão Especial: Fábio Luiz Marinho Aidar (Presidente); Francisco Aparecido Cordão (Relator); Guiomar Namo de Mello (Conselheira). Brasília, DF, 05 out. 1999.

BRASIL. Decreto n.º 5.154, de 23 de julho de 2004. Regulamenta o 2º parágrafo do artigo 36 e os artigos 39 a 41 da Lei n.º 9394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Presidência da República. Brasília, DF: Senado Federal, 23 jul. 2004.

BRASIL. Projeto de lei n.º 1603/96. Dispõe sobre o Ensino Profissional. Brasília: Congresso Nacional, 1996.

CUNHA, L. A. A educação pública: os limites do estatal e do privado in: PORTELA, R. (Org). *Política educacional: impasses e alternativas*. São Paulo: Cortez, 1995.

FERNANDES, C. M. A educação profissional no processo de construção da dualidade da educação secundária brasileira. In:

FERNANDES, M. C. S. G.; COSTA, A. D. M.; SICCA, N. A. L. (Orgs.). *Currículo, história e poder*. Florianópolis: Insuler, 2006.

FRIGOTO, G. A relação da educação profissional e tecnológica com a universalização da educação básica. In: MOLL, J. et al. *Educação profissional e tecnológica no Brasil contemporâneo*: desafios, tensões e possibilidades. Porto Alegre: Artmed, 2010.

GARCIA, M. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In: Nóvoa, A (Org).*Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1999.

LIMA, A. B. L. *Estado, políticas educacionais e gestão compartilhada*. São Paulo: Xamã, 2004.

MOURA, D. H. Ensino médio e educação profissional: dualidade histórica e possibilidade de integração. In: MOLL, J. et al. *Educação profissional e tecnológica no Brasil contemporâneo*: desafios, tensões e possibilidades. Porto Alegre: Artmed, 2010.

OLIVEIRA, R. *Agências multinacionais e educação profissional brasileira*. Campinas: Alínea, 2006.

RAMOS, M. Ensino médio integrado: ciência, trabalho e cultura na relação entre educação profissional e educação básica In: MOLL, J. et al. *Educação profissional e tecnológica no Brasil contemporâneo*: desafios, tensões e possibilidades. Porto Alegre: Artmed, 2010.

SILVA, M. A. *Intervenção e consentimento*: a política educacional do Banco Mundial. São Paulo: FAPESP, 2002.

TORRES, R. M. Banco Mundial: políticas públicas e reformas. In: TOMMASI, L.; WARDE, M. J.; HADDAD, S. (Orgs). *Melhorar a qualidade da educação básica?* São Paulo: Cortez, 2007.

ANÁLISE DE ESTIMATIVA DE ESFORÇO UTILIZANDO ANÁLISE DE PONTOS DE FUNÇÃO EM APLICAÇÕES COM SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

Renato Fernandez [1]
Valesca Alves Corrêa [2]

A determinação do esforço necessário para o desenvolvimento de um projeto é o fator chave para sua aprovação e sucesso. O esforço contempla não somente o tempo e o custo exigido para o desenvolvimento ou manutenção de projetos de software, mas também a quantidade de pessoas e horas necessárias que cada uma deve dedicar ao projeto. Este trabalho tem como objetivo a aplicação da técnica do modelo algorítmico de Análise de Pontos de Função (APF) para determinar o esforço necessário no desenvolvimento de sistemas supervisórios utilizando o aplicativo LabVIEW, em que diversos parâmetros serão aplicados visando quantificar a estimativa de esforços em diversos níveis de aplicação, principalmente detectando os elementos de maior complexidade que influenciam o projeto. Como resultado, espera-se obter o principal fator na mensuração de riscos e fornecer ainda informações significativas para suporte à tomada de decisões que tornem o trabalho mais claro em termos de tempo, esforço e custo, respeitados suas prioridades.

Palavras-chave: Análise de Pontos de Função. Sistemas Supervisórios. LabVIEW.

Determination of the effort required to develop a design is the key factor for its approval and success. The effort includes not only the time and cost required for software projects development or maintenance, but also the amount of people and hours required for each person to devote to the project. This work aims to apply the algorithmic model of Function Point Analysis (FPA) technique to determine the effort required in developing supervisory systems using the LabVIEW application, in which several parameters will be applied as a way to quantify the efforts estimation at various levels of application, detecting mainly the most complex elements which influence the project. As a result, we expect to get the major factor in risk measuring and still to provide meaningful information as a support to the decision-making, accomplishing work clearer in terms of time, effort and cost, respecting its priorities.

Keywords: Function Point Analysis. Supervisory Systems. LabVIEW.

1 INTRODUÇÃO

Em muitos sistemas industriais ainda existem equipamentos que deveriam estar totalmente automatizados, mas que por razões da própria dinâmica da produção acabam sendo usados de forma manual. Tais situações levam à perda de produtividade que é erroneamente compensada pela continuidade ou não interrupção do processo produtivo.

Métricas de *software* são padrões quantitativos de medidas de vários aspectos de um projeto ou produto de *software*, e se constitui em uma poderosa ferramenta gerencial, contribuindo para a elaboração de estimativas de prazo e custo mais precisas e

1 Mestre pela Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade de Taubaté - Professor da Área de Informática do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – *Campus* São Paulo. E-mail: <renato@ifsp.edu.br>; <renato_fernandez@hotmail.com>
2 Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista. E-mail: <valescacorrea@unitau.com.br>.

para o estabelecimento de metas plausíveis, facilitando assim o processo de tomada de decisões e a subsequente obtenção de medidas de produtividade e qualidade.

Meller (2002) aplicou diversas metodologias para avaliação da estimativa de custos de *softwares* visando verificar, no estudo de casos, possíveis relações entre as técnicas aplicadas e os modelos estudados, relacionando a partir desta análise os modelos mais adequados para cada tipo de *software* avaliado.

Drach (2005) realizou uma análise das características computacionais específicas da plataforma web, de forma a permitir que desenvolvedores e gerentes de projeto avaliassem o grau de adequação da Análise de Pontos de Função a este tipo de ambiente e sua contribuição para extração de requisitos e estimativa de esforço e concluiu que o resultado obtido demonstrou que a contagem de Pontos de Função com esta metodologia se mostrou suficiente para contabilizar a maioria das funções presentes em aplicações na web.

Lemos (2006) teve como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de manter uma base de dados de projetos de *software* utilizando a metodologia Análise de Pontos de Função como medida de tamanho e concluiu que o uso desta ferramenta é viável na realização de inferências estatísticas, a fim de obter novos modelos de estimativas de desenvolvimento de projetos.

Este trabalho visa qualificar as estimativas de esforços nas diversas ferramentas disponíveis no *software* LabVIEW, baseando-se em sistemas supervisórios já desenvolvidos na área de automação industrial, utilizando a metodologia de Análise de Pontos de Função (APF).

2 ANÁLISE DE PONTOS DE FUNÇÃO

A Análise de Ponto de Função (APF) é uma técnica de medição das funcionalidades fornecidas por uma aplicação do ponto de vista de seu usuário. Ponto de função é a unidade de medida desta técnica que tem por objetivo tornar a medição independente da tecnologia utilizada para a construção da aplicação, ou seja, a APF busca medir o que a aplicação faz, e não como ela será construída (VAZQUES et al., 2010).

Portanto, o processo de medição (também chamado contagem de pontos de função) é baseado em uma avaliação padronizada dos requisitos lógicos do usuário. Este procedimento padrão está descrito pelo grupo de usuários da *International Function Point Users Group* (IFPUG) em seu Manual de Práticas de Contagem.

As principais técnicas de estimativa de projetos de desenvolvimento de *software* assumem que o tamanho de um *software* é um vetor importante para a determinação do esforço para sua construção. Logo, saber o seu tamanho é um dos primeiros passos do processo de estimativa de esforço, prazo e custo.

Assim sendo, é importante destacar que pontos de função não medem diretamente esforço, produtividade ou custo. É exclusivamente uma medida de tamanho funcional do *software*. Este tamanho, em conjunto com outras variáveis, é que poderá ser usado para derivar produtividade, estimar esforço e custo do projeto de *software*.

Segundo Andrade (2004), uma aplicação é um conjunto de funções ou atividades do negócio, as quais estão divididas nos seguintes grupos ou tipos:

- Arquivo Lógico Interno (*Internal Logical File*): Representa cada agrupamento lógico de dados que pode ser parte de uma base de dados ou ser um arquivo convencional, cuja manutenção é efetuada pela própria aplicação.

A complexidade de um arquivo lógico interno é calculada a partir da quantidade de registros lógicos referenciados (um subgrupo de elementos de dados, reconhecido pelo usuário, dentro de um arquivo lógico interno) e da quantidade de dados elementares referenciados (um campo, reconhecido pelo usuário, que esteja presente em um arquivo lógico interno).

- Arquivo de Interface Externa (*External Interface File*): Representa cada arquivo referenciado pelo usuário utilizado pela aplicação, porém reside fora da fronteira do sistema, ou seja, sofrem manutenção a partir de outra aplicação.

A complexidade de um arquivo de interface externa é calculada a partir da quantidade de registros lógicos referenciados (um subgrupo de elementos de dados reconhecido pelo usuário, dentro de um arquivo de interface externa) e da quantidade de dados elementares referenciados (um campo, reconhecido pelo usuário, que esteja presente em um arquivo de interface externa).

- Entrada Externa (*External Input*): Representa cada entrada vinda diretamente do usuário, através de um processo lógico único, com o objetivo de inserir, modificar ou remover dados dos arquivos lógicos internos.

A complexidade de uma entrada externa é calculada a partir da quantidade de arquivos lógicos referenciados (um arquivo lógico interno ou um arquivo de interface externa lidos ou mantidos por um tipo de função) e da quantidade de dados elementares referenciados (um único campo não recursivo, identificado pelo usuário, mantido em um arquivo lógico interno pela entrada externa).

- Saída Externa (*External Output*): Representa um processo elementar que envia dados ou informações de controle para fora da fronteira da aplicação. O objetivo principal é apresentar informação para um usuário por meio de um processamento lógico e não apenas por uma simples recuperação de dados. O processamento lógico deve conter, no mínimo, uma fórmula matemática, ou cálculo, ou criar dados derivados. Pode-se dizer também que representa as atividades da aplicação (processos) que têm como resultado a extração de dados da aplicação.

A complexidade de uma saída externa é calculada a partir da quantidade de arquivos lógicos referenciados (um arquivo lido pela lógica de processamento da saída externa) e da quantidade de dados elementares referenciados (um único campo não recursivo, identificado pelo usuário, que aparece em uma saída externa).

- Consulta Externa (*External Inquiry*): Representa um processo elementar que envia dados ou informações de controle para fora da fronteira da aplicação. O objetivo principal é apresentar a informação para o usuário por intermédio da recuperação de dados. O processamento lógico não contém fórmulas matemáticas, nem cálculos e não cria dados derivados. Pode-se dizer também que é uma atividade que, através de uma requisição *on-line* de dados, gera uma resposta imediata.

A complexidade de uma consulta externa é calculada a partir da quantidade de arquivos lógicos referenciados (um arquivo lido quando a consulta externa é processada) e da quantidade de dados elementares referenciados (um campo não recursivo, identificado pelo usuário, que aparece em uma consulta externa).

Deve-se utilizar apenas a maior complexidade encontrada entre as partes de entrada e de saída.

As funções contribuem para o cálculo de Pontos de Função com base na quantidade (número de funções) e na complexidade funcional relativa atribuída a cada uma delas.

Determina-se o número de Pontos de Função (PF) de uma aplicação em três etapas de avaliação:

- Pontos de Função não ajustados: Refletem as funções específicas e

mensuráveis do negócio, providas ao usuário pela aplicação;

- Fator de Ajuste: Representam a funcionalidade geral provida ao usuário pela aplicação;

- Pontos de Função Ajustados: Refletem a aplicação do Fator de Ajuste sobre o resultado apurado na primeira etapa.

2.1 Cálculo dos pontos de função não ajustados ou pontos de função brutos

Uma função específica do usuário em uma aplicação é avaliada em termos do que é fornecido pela aplicação e não como é fornecido. *Somente componentes solicitados e visíveis ao usuário são contados*.

Cada função, através de critérios próprios, deverá ser classificada segundo a sua complexidade funcional relativa, em: Simples, Média ou Complexa.

A cada função será atribuído um número de pontos, segundo seu tipo e complexidade funcional relativa, conforme mostra a Tabela 1 (ANDRADE, 2004):

- Comunicação de Dados: Quando são utilizados recursos de Comunicação de Dados para o envio ou recebimento de dados e informações de controle, utilizados pela aplicação;

- Processamento Distribuído: Quando a aplicação prevê a distribuição de dados ou de processamento entre várias CPUs de instalação;

- *Performance*: Esta característica identifica os objetivos de *performance* da aplicação, estabelecidos e aprovados pelo usuário, que influenciaram (ou irão influenciar) o desenho, desenvolvimento, implantação e suporte da aplicação;

- Utilização do Equipamento: Representa a necessidade de se fazer considerações especiais na arquitetura dos sistemas para que a configuração do equipamento não sofra degradação;

- Volume de Transações: Avalia o impacto no desenho da aplicação, do volume de transações previsto para ela;

Tabela 1 - Dados para cálculo dos pontos de função brutos

Tipo de Função	Complexidade Funcional Relativa		
	Simples	Média	Complexa
Arquivo Lógico Interno (ILF)	7	10	15
Arquivo de Interface Externa (EIF)	5	7	10
Entrada Externa (EI)	3	4	6
Saída Externa (EO)	4	5	7
Consulta Externa (EQ)	3	4	6

2.2 Cálculo do Fator de Ajuste

Segundo Mecenas (2009), o valor do Fator de Ajuste é calculado a partir de 14 características gerais do sistema, que permitem uma avaliação geral da funcionalidade da aplicação.

As características gerais de um sistema são:

- Entrada de Dados *On-line*: Avalia o volume de transações que são entradas de dados interativas;

- Eficiência do Usuário Final: Analisa as funções *on-line* desenhadas e voltadas para a eficiência do usuário final;

- Atualização *On-line*: Verifica o volume de arquivos lógicos internos que sofrem manutenção *on-line* e o impacto do processo de recuperação de seus dados;

- Processamento Complexo: Considera o impacto, sobre o desenho da aplicação, causado pelo tipo de complexidade do processamento;

- Reutilização de Código: Avalia se a aplicação e seu código foram especificamente projetados e desenvolvidos para serem reutilizados em outras aplicações;

- Facilidades de Implantação: Considera o esforço despendido para o atendimento dos requerimentos de conversão de dados para a implantação da aplicação;

- Facilidade Operacional: Avalia o desenho da aplicação quanto aos requisitos estabelecidos para inicialização, *backup* e recuperação voltados à minimização da intervenção manual do operador;

- Múltiplos Locais: Quando a aplicação for especificamente projetada e desenvolvida para ser instalada em múltiplos locais ou para múltiplas organizações;

- Facilidades de Mudanças: Quando os requisitos da aplicação preveem o projeto e desenvolvimento de mecanismos que facilitem mudanças operacionais, tais como: capacidade de emissão de relatórios genéricos, de consultas flexíveis ou de alterações nos dados de controle do negócio (parametrização).

Segundo Hazan (2009), a cada característica será atribuído um peso variando de 0 (zero) a 5 (cinco), de acordo com o nível influência na aplicação, observando-se os critérios estabelecidos para cada característica, representando: 0 (zero) - Nenhuma influência; 1 (um) - Influência Mínima; 2 (dois) - Influência Moderada; 3 (três) - Influência Média; 4 (quatro) - Influência Significativa; 5 (cinco) - Grande Influência.

O Nível de Influência Geral é obtido pelo somatório do nível de influência de cada característica e o Fator de Ajuste é obtido pela expressão:

Fator de Ajuste = 0,65 + (Nível de Influência Geral * 0,01)

O fator de ajuste é aplicado sobre os Pontos de Função Brutos para permitir o cálculo dos Pontos de Função Ajustados. Esse valor pode variar de 0,65 até 1,35, uma vez que o fator de ajuste, quando aplicado aos pontos de função não ajustados, pode produzir uma variação de mais ou menos 35% e cada ponto atribuído ao nível de influência afeta o resultado final em 1%.

2.3 Cálculo dos Pontos de Função Ajustados

O total de Pontos de Função da aplicação será encontrado através da multiplicação do número de Pontos de Função Não Ajustados (PFB) pelo Fator de Ajuste (FA).

O processo de estimativa de projetos de *software* envolve quatro atividades, sendo necessário estimar o tamanho do produto a ser desenvolvido, o esforço a ser empregado para sua implementação e a duração do projeto e o custo à organização.

Após analisar os requisitos para garantir a qualidade do produto e o tamanho do projeto de *software*, o próximo passo é calcular o esforço necessário e então derivar as estimativas de prazo e custo com base nas estimativas de tamanho. Desta forma, a partir do cálculo do tamanho do projeto, é possível calcular todas as outras estimativas, de forma a identificar as necessidades de recursos financeiros e de pessoal.

3 SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

Atualmente, os sistemas de automação industrial utilizam tecnologias de computação e comunicação para automatizar a monitoração e controle dos processos industriais, efetuando coleta de dados em ambientes complexos, eventualmente dispersos geograficamente, e a respectiva apresentação de modo amigável para o operador, com recursos gráficos elaborados (interfaces homem-máquina) e conteúdo multimídia.

Os Sistemas Supervisórios permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações de um processo produtivo ou instalação física. Tais informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipulados, analisados, armazenados e, posteriormente, apresentados ao usuário. Estes sistemas também são chamados de SCADA (*Supervisory Control and Data Aquisition*).

Os componentes físicos de um sistema de supervisão podem ser resumidos, de forma simplificada, em: sensores e atuadores, rede de comunicação, estações remotas (aquisição/controle) e de monitoração central (sistema computacional SCADA).

O processo de controle e aquisição de dados se inicia nas estações remotas, PLCs (*Programmable Logic Controllers*) e RTUs (*Remote Terminal Units*), com a leitura dos valores atuais dos dispositivos que a ele estão associados e seu respectivo controle. Os PLCs e RTUs são unidades computacionais específicas, utilizadas nas instalações fabris (ou qualquer outro tipo de instalação que se deseje monitorar) para ler entradas, realizar cálculos ou controles e atualizar saídas. A diferença entre os PLCs e as RTUs é que os primeiros possuem mais flexibilidade na linguagem de programação e controle de entradas e saídas, enquanto as RTUs possuem uma arquitetura mais distribuída entre sua unidade de processamento central e os cartões de entradas e saídas, com maior precisão e sequenciamento de eventos.

A rede de comunicação é a plataforma por onde as informações fluem dos PLCs/RTUs para o sistema SCADA e, levando em consideração os requisitos do sistema e a distância a cobrir, pode ser implementada através de cabos ethernet, fibras ópticas, linhas *dial-up*, linhas dedicadas, rádio modens, etc.

As estações de monitoração central são as unidades principais dos sistemas SCADA, sendo responsáveis por recolher a informação gerada pelas estações remotas e agir em conformidade com os eventos detectados, podendo ser centralizadas num único computador ou distribuídas por uma rede de computadores, de modo a permitir o compartilhamento das informações coletadas (DANEELS et al., 2000).

4 O *SOFTWARE* LABVIEW

O *software* LabVIEW é um aplicativo desenvolvido pela National Instruments baseado em linguagem G (linguagem de programação gráfica ou visual) que emprega ícones ao invés de textos para criar aplicações. Este tipo de programação é baseada no fluxo de dados que definem a execução desses dados.

O LabVIEW permite criar aplicações de teste e medição, aquisição de dados, controle de instrumento, registro de dados, análise de medição e geração de relatório, além de aplicações executáveis e bibliotecas compartilhadas

Os programas em LabVIEW são chamados de instrumentos virtuais (VIs - Virtual Instruments). Os VIs contêm três componentes principais: o painel frontal, o diagrama de bloco e o painel de ícones e conectores. A Figura 1 mostra uma representação do ambiente computacional do *software* LabVIEW.

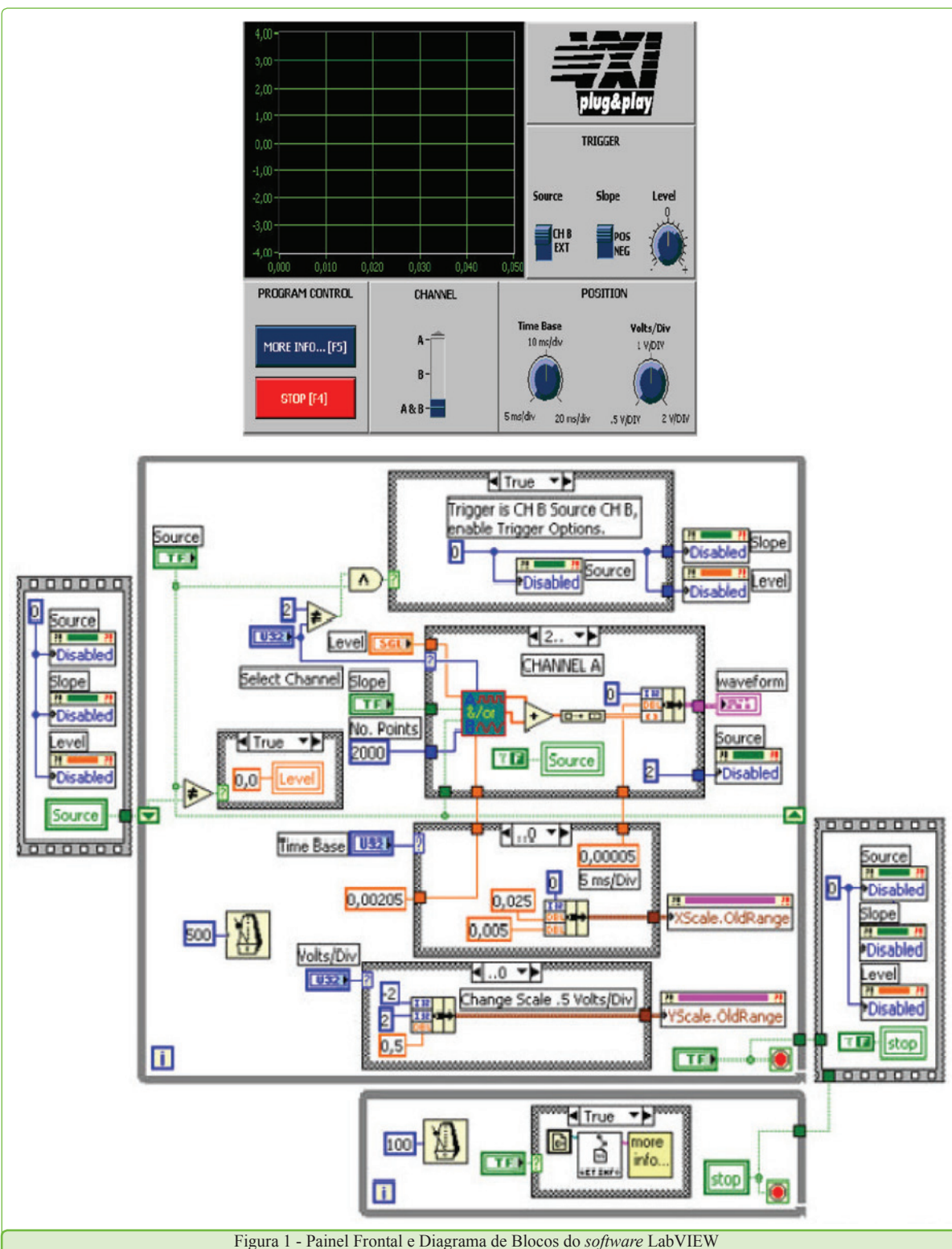



Figura 1 - Painel Frontal e Diagrama de Blocos do *software* LabVIEW

As vantagens de utilização deste ambiente computacional se resumem na diversidade de *drivers* e suporte para acesso a diferentes periféricos/instrumentos e *hardware*, diversas bibliotecas de funções como: *Data Aquisition* – Aquisição de dados, entradas e saídas analógicas e digitais; *Signal generation* – Geração de sinais periódicos e outros; *Mathematics* – Funções e instruções matemáticas; *Statistics* – Funções e instruções estatísticas; *Signal conditioning* – Acondicionamento de sinal; *Analisys* – Analise (VELOSA, 2009).

5 RESULTADOS

Com o objetivo de ilustrar como se utiliza a metodologia APF para se estimar o tamanho de um *software*, será considerada uma aplicação demonstrada por Lopes (2007), referente ao desenvolvimento de um Sistema Supervisório utilizando o *software* LabVIEW para Aquisição, Tratamento, Visualização e Armazenamento de Sinais de um Minissistema de Potência, avaliando-se as seguintes interfaces: Medições Simultâneas, Estado do Minissistema e Instrumentação Virtual, conforme Diagrama de Bloco da Figura 1.

A seguir serão analisadas na Tabela 2 as entradas e saídas para os três casos propostos:

Tabela 2 - Identificação dos componentes de entrada e saída para cada interface

Medições Simultâneas	
Entradas	1000 amostras
Saídas	3 valores de tensão na saída do gerador
	3 valores de corrente eficaz na Linha de Transmissão
	3 valores de tensão no fim da Linha de Transmissão
	1 frequência no minissistema (em Hertz) (cálculo matemático)
	1 valor de potência ativa (cálculo matemático)
	1 valor de potência reativa (cálculo matemático)
	1 valor de potência aparente (cálculo matemático)
	1 fator de potência (cálculo matemático)
Estado do Minissistema	
Entradas	4 chaves
Saídas	16 imagens para representação dos estados
Instrumentação Virtual	
Entradas	1 *menu* do minissistema
	1 diagrama de fasores
	1 osciloscópio virtual
	1 sincronoscópio virtual
Saídas	1 sinal de tensão no início da Linha de Transmissão
	1 sinal de tensão no final da Linha de Transmissão
	1 sinal de corrente
	1 forma de onda do sinal de tensão
	1 diagrama de fasores do sinal de tensão
	1 valor de defasagem entre o sinal de corrente e o sinal de tensão
	1 número de ciclos de tensão
	1 número de ciclos de corrente
	1 fator multiplicativo para sinal de corrente
	1 filtro digital
	1 sequência de fase diferente
	1 sequência de fase igual
	3 fasores de tensão na saída da Linha de Transmissão
	3 fasores de tensão na concessionária

Uma vez definidas as características de cada interface proposta de supervisão, a Tabela 3 demonstra a identificação da complexidade para a entrada de dados através da tela inicial do Minissistema, apresentada no Diagrama de Bloco da Figura 1:

A Tabela 4 demonstra as quantidades de Entradas Externas e as respectivas Complexidades encontradas para cada interface proposta:

De forma análoga, a Tabela 5 mostra os valores de referência para o cálculo da complexidade em relação à saída externa.

A Tabela 6 demonstra as quantidades de Saídas Externas e as respectivas Complexidades calculadas para cada interface.

A seguir serão considerados, na Tabela 7, os valores de referência para a identificação da complexidade para consulta externa:

Tabela 3 - Identificação da complexidade para entrada externa (tela inicial)

Registros Lógicos Referenciados	Dados Elementares Referenciados		
	de 01 até 04	de 05 até 15	16 ou mais
00 ou 01	Simples	Simples	Média
02	Simples	Média	Complexa
03 ou mais	Média	Complexa	Complexa

Tabela 4 - Valores da complexidade para entrada externa para as três interfaces propostas (tela inicial)

Interface	Quantidade de Entradas Externas (Tela Inicial)	Complexidade
Medições Simultâneas	1	Simples
Estado do Minissistema	4	Simples
Instrumentação Virtual	4	Simples

Tabela 5 - Identificação da complexidade para saída externa (cálculos matemáticos)

Registros Lógicos Referenciados	Dados Elementares Referenciados		
	de 01 até 05	de 06 até 19	20 ou mais
00 ou 01	Simples	Simples	Média
02 ou 03	Simples	Média	Complexa
04 ou mais	Média	Complexa	Complexa

Tabela 6 - Valores da complexidade para saída externa (cálculos matemáticos)

Interface	Quantidade de Saídas Externas	Complexidade
Medições Simultâneas	5	Simples
Estado do Minissistema	0	Simples
Instrumentação Virtual	0	Simples

Tabela 7 - Identificação da complexidade para consulta externa - parte de saída

Registros lógicos referenciados	Dados Elementares Referenciados		
	de 01 até 05	de 06 até 19	20 ou mais
00 ou 01	Simples	Simples	Média
02 ou 03	Simples	Média	Complexa
04 ou mais	Média	Complexa	Complexa

A Tabela 8 demonstra as quantidades de Consultas Externas e as respectivas Complexidades em relação às saídas para cada interface:

De acordo com os valores de referência da Tabela 1, serão demonstrados a seguir, na Tabela 9, os valores calculados de complexidade funcional para cada interface:

Apesar da existência de 14 características gerais do sistema, conforme citado anteriormente no item Cálculo do Fator de Ajuste, a seguir serão demonstradas na Tabela 10 as características gerais inerentes ao sistema de Aquisição, Tratamento, Visualização e Armazenamento de Sinais de um Minissistema de Potência e seus respectivos níveis de influência, uma vez que as características referentes a Processamento Distribuído, Utilização de Equipamento, Entrada de Dados *On-line*, Atualização *On-line*, Reutilização de Código, Múltiplos Locais e Facilidades de Mudanças não fazem parte do escopo dos sistemas avaliados. A soma do Grau de Influência das características, citadas abaixo, afetam o esforço necessário para desenvolver a aplicação.

Como cada característica pode ter um Grau de Influência variando de 0 a 5, o Grau de Influência Total (GIT) pode variar de 0 a 70 (14 * 0 a 14 * 5).

O cálculo do Fator de Ajuste (FAT) será obtido a partir do Grau de Influência Total das características do projeto (GIT), aplicando a seguinte fórmula:

FAT = 1,35 + (0,01 * GIT) = 1,63

Como o Grau de Influência Total (GIT) varia de 0 a 70, o Fator de Ajuste (FAT) varia de 0,65 a 1,35, uma vez que o fator de ajuste, quando aplicado aos pontos de função não ajustados, pode produzir uma variação de mais ou menos 35% e cada ponto atribuído ao nível de influência afeta o resultado final em 1%.

Tabela 8 - Valores da complexidade para consulta externa - parte de saída

Interface	Quantidade de Consultas Externas	Complexidade
Medições Simultâneas	09	Simples
Estado do Minissistema	16	Simples
Instrumentação Virtual	18	Simples

Tabela 9 - Valores de complexidade funcional

Interface	Entrada Externa	Saída Externa	Consulta Externa	Complexidade Funcional Relativa
Medições Simultâneas	Simples/3	Simples/4	Simples/3	10
Estado do Minissistema	Simples/3	Simples/4	Simples/3	10
Instrumentação Virtual	Simples/3	Simples/4	Simples/3	10

Tabela 10 - Características gerais do sistema e níveis de influência

Características	Nível de Influência					
	Nenhuma[0]	Mínima[1]	Moderada[2]	Média[3]	Significativa[4]	Grande[5]
Comunicação de dados					4	
Performance						5
Volume de transações				3		
Eficiência usuário final						5
Processamento complexo				3		
Facilidades de implantação				3		
Facilidade operacional						5
Grau de influência total (GIT)						28

Tabela 11 - Nível de Complexidade para Cálculo do Total de Pontos de Função Brutos

Complexidade	Arquivo	Interface	Entrada	Saída	Consulta
Simples	7	5	3	4	3
Média	10	7	4	5	4
Complexa	15	10	6	7	6

Tabela 12 - Total de Pontos de Função Brutos para cada interface

Interface	nº entradas/peso	nº saídas/peso	nº consultas/peso	Pontos de Função Brutos
Medições Simultâneas	1 Simples/03	5 Simples/20	9 Simples/27	50
Estado do Minissistema	4 Simples/12	0 Simples/00	16 Simples/48	60
Instrumentação Virtual	4 Simples/12	0 Simples/00	18 Simples/54	66

O fator de ajuste é aplicado sobre os Pontos de Função Brutos para permitir o cálculo dos Pontos de Função Ajustados.

A Tabela 11 mostra os valores de referência para o cálculo do total de pontos de função bruto.

Considerando-se os pesos demonstrados na Tabela 11, as quantidades de entradas demonstradas na Tabela 4, as quantidades de saídas demonstradas na Tabela 6 e as quantidades de consultas demonstradas na Tabela 8, os Pontos de Função Brutos são apresentados na Tabela 12 para cada interface avaliada.

A determinação do Total de Pontos de Função Ajustados reflete o porte da aplicação, considerando as características técnicas que afetam o seu projeto e sua implementação, através da seguinte fórmula:

PFA = PFB * FAT

Onde:
PFA = Total de Pontos de Função Ajustados
PFB = Total de Pontos de Função Brutos
FAT = Fator de Ajuste

A Tabela 13 mostra os valores calculados para cada interface do total de pontos de função ajustados:

Tabela 13 - Total de Pontos de Função Ajustados para cada interface

Interface	APF
Medições Simultâneas	81,50
Estado do Minissistema	97,80
Instrumentação Virtual	107,58

Foi considerado um ajuste de 35% para mais, pois apesar das funções utilizadas serem exclusivas do *software* LabVIEW, a quantidade de funções é bastante grande para o desenvolvimento das interfaces, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 - Diagrama de Blocos do Minissistema

A seguir serão estimados os recursos necessários para desenvolver a aplicação, a partir do Total de Pontos de Função Ajustados e do esforço necessário para construir cada Ponto de Função.

O esforço para construir cada Ponto de Função é medido em Homens-Hora por Ponto de Função, representando o Índice de Produtividade (IPD) da instalação apresentado na Tabela 14, que reflete o IPD em quantidade de Homens-Hora por Ponto de Função em função da tecnologia empregada.

Tabela 14 - Índice de Produtividade

Tecnologia	IPD
Linguagens de 3ª. Geração	de 12 a 16
Linguagens de 4ª. Geração e ambiente relacional	de 8 a 12
Geradores de aplicação	de 4 a 8

Para cálculo dos Recursos Estimados em Homens-Hora, utiliza-se a fórmula abaixo:

REH = PFA * IPD

Onde:
REH = Recursos estimados em Homens-Hora
PFA = Pontos de Função Ajustados
IPD = Índice de Produtividade (considerado 4 – quatro – devido à grande quantidade de funções utilizadas do gerador de aplicação)

A seguir serão mostrados, na Tabela 15, os valores calculados para cada modelo proposto, considerando-se IPD igual a seis, devido à grande quantidade de funções do *software* LabVIEW para o desenvolvimento das interfaces avaliadas do Minissistema:

Tabela 15 - Recursos Humanos-Hora para cada interface

Interface	REH
Medições Simultâneas	326,00
Estado do Minissistema	391,20
Instrumentação Virtual	430,32

Para cálculo dos Recursos Estimados em Homens-Mês, utiliza-se a fórmula abaixo:

REM = REH/120

Onde:

REM = Recursos estimados em Homens-Mês
REH = Recursos estimados em Homens-Hora
120 = Quantidade Média de Horas Mensais.

Considera-se que um recurso dedica efetivamente 6 horas por dia e 20 dias por mês ao projeto.

A Tabela 16 mostra os valores dos Recursos Estimados em Homem-Mês para cada interface:

Tabela 16 - Recursos Humanos-Mês para cada interface

Interface	REM
Medições Simultâneas	2,72
Estado do Minissistema	3,26
Instrumentação Virtual	3,59

A seguir será determinado o Prazo Ótimo (PZO), ou seja, o prazo ideal para desenvolver a aplicação sem acréscimo no total de recursos, conforme a fórmula a seguir:

PZO = 2,5 * REM

Onde:

PZO = Prazo Ótimo em Meses.
REM = Recursos estimados em Homens-Mês.

A Tabela 17 mostra os melhores prazos calculados para cada interface proposta:

Tabela 17 - Melhor prazo para cada interface

Interface	PZO
Medições Simultâneas	6,80
Estado do Minissistema	8,15
Instrumentação Virtual	8,98

A partir da análise das três interfaces avaliadas (Medições Simultâneas, Estado do Minissistema e Instrumentação Virtual) e das regras de identificação de pontos de funções, obtiveram-se, como resultado, os valores de pontos de função estimados de 81,50; 97,80 e 107,58 respectivamente.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que, com a aplicação da APF em processos de automação que

envolve sistemas supervisórios, será possível aos engenheiros diagnosticar o tempo necessário e os custos na implementação de processos automatizados, permitindo um melhor planejamento.

Dessa forma, através dos Pontos de Função obtidos, nota-se que para se desenvolver o Sistema de Aquisição, Tratamento, Visualização e Armazenamento de Sinais de um Minissistema de Potência, contemplando as interfaces de Medições Simultâneas, Estado do Minissistema e Instrumentação Virtual, com fator de complexidade funcional 10 em uma escala de 10 a 19, foi necessário um período de 24 meses para desenvolvimento das funções de monitoração de variáveis elétricas, cálculo e análise de potência, energia e fator de potência de um minissistema de energia em baixa tensão e das interfaces para *disponibilização* das informações através de diagrama de fasores de sinais de tensão e corrente, forma de onda dos sinais de tensão e corrente no minissitema com as respectivas defasagens e um sincronoscópio virtual que possibilita a análise dos ajustes de tensão e frequência necessários na operação de paralelismo do minissistema com a concessionária de energia.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. P. *Pontos de casos de uso e pontos de função na gestão de estimativa de* software *orientado a objetos*. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica de Brasília, 2004.

DANEELS, A.; SALTER, W. *What is* SCADA? CERN - European Organization for Nuclear Research. Vol. XXXV, issue n. 3.

DRACH, M. D. *Aplicabilidade de métricas por pontos de função em sistemas baseados em we*b. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, 2005.

HAZAN, C. Análise de pontos de função: uma aplicação nas estimativas de tamanho de projetos de *software*. *Engenharia de Software Magazine*. Rio de Janeiro, n. 2, p. 25-31, 2009.

LEMOS, J.C. *Desenvolvimento de uma ferramenta automatizada para suporte à análise de pontos de função formando uma* baseline *de projetos de* software. Dissertação (Mestrado). Universidade Metodista de Piracicaba, 2006.

LOPES, V.J.S. *Instrumentação virtual aplicada ao ensino experimental de engenharia elétrica*. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, 2007.

MECENAS, I. *Análise de pontos de função*: estudo teórico, crítico e prático. Rio de Janeiro: Alta Books, 2009.

MELLER, M. C. *Modelos para estimar custos de* softwares: estudo comparativo com *softwares* de pequeno porte. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

VAZQUEZ, C. E; SIMÕES, G. S.; ALBERT, R. M. *Análise de pontos de função*: medição, estimativas e gerenciamento de projetos de *software.* São Paulo: Érica, 2010.

VELOSA, J. E. C. *Controlo automático de um interferómetro para monitorização e caracterização de sensores interferómetricos*. Dissertação (Mestrado). Universidade da Madeira, Portugal, 2009.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ERA DO CONHECIMENTO

Rosana Camargo [1]
Antonio Carlos de Oliveira Barroso [2]

Somos escravos de uma economia que visa exclusivamente ao lucro, por esta razão a relação homem-natureza é voltada para o vício da obtenção de lucro. Um vício que tem sua base no desejo do poder e faz com que o homem coloque o homem em segundo plano, e ainda o deixa dependente da tecnologia, o tecnovício, que é a necessidade cada vez maior de querer mais carros, celulares, computadores, entre outros produtos. Este consumismo acarreta uma produção de mercadorias em larga escala, que é a essência da economia moderna, devastando a natureza e degradando o meio ambiente. As grandes corporações, as quais sobrevivem da tecnologia para manter seus produtos no domínio da competitividade, têm revelado uma obsessão pelo controle dos recursos do mundo, como os mercados consumidores, comportamento humano e opinião pública. O problema é que estes vícios nos fizeram esquecer de como é viver em harmonia com o planeta. O vício prejudica o viciado e aqueles que convivem com ele. Vício é um hábito ruim, repetitivo e progressivo. Sua cura pode dar-se através de atitudes saudáveis, começando consigo mesmo e estendendo para tudo e todos ao seu redor. Então, por que não se preocupar com um desenvolvimento sustentável, com uma gestão sustentável, que também visa ao lucro, porém valorizando todas as formas de capital humano?

Palavras-chave: Sustentabilidade. Gestão sustentável. Era do conhecimento.

We are slaves to an exclusively for profit economy. For this reason, the relationship between man and nature is governed by our profit addiction. An addiction that has its basis on the desire of power, makes man put man aside and even lets him dependent on technology, the techno addiction. This is the increasing need to want more cars, cell phones, computers, among other technological products. This situation leads to a consumption commodity production on a large scale, which is the essence of the modern economy, devastating nature and degrading the environment. Large corporations survive because technology keeps their products competitive. They have revealed an obsession for controlling world's resources, such as consumer markets, human behavior and public opinion. The problem is that these vices have made us forget how to live in harmony with the planet. Addiction is a harm to the addicted and to those people around him. Addiction is a bad, repetitive and progressive habit. Healing can take place through healthy attitudes, starting with the addicted himself and reaching everything and everyone around him. So why shouldn't we care about a sustainable development, about a sustainable management which also has the intention to profit, but, at the same time, values all forms of human capital?

Keywords: Sustainability. Sustainable Management. Knowledge Era.

O tecnovício, juntamente com o crescimento demográfico, está deixando a qualidade de vida cada vez pior e levando o planeta à destruição. Estamos convivendo com catástrofes ambientais, extinção de florestas, poluição, aquecimento global, entre outras catástrofes. Esta é a forma por

1 Pós-Doutoranda em Gestão do Conhecimento pelo IPEN - Doutora em Engenharia Mecânica pela USP-São Carlos - Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - *Campus* São Paulo. E-mail: <rosanacamargo@gmail.com>.
2 Doutor pelo MIT/Cambridge-USA - Pesquisador sênior e professor no IPEN - Consultor da IAEA/Viena-Austria. E-mail: <acobar@gmail.com>.

meio da qual a natureza tem dado ao homem sinais de advertência aos atos que vêm prejudicando o planeta. Não há como controlar ou negar estas forças naturais.

Há muito se fala em consciência ecológica, mas o resultado tem sido pouco eficaz, já que não foi possível até agora inverter todas estas destruições. No entanto, é crescente a conscientização da humanidade de que o desenvolvimento está diretamente comprometido com a preservação da natureza. E, se estamos na Era do Conhecimento, seria um contrassenso mostrar desconhecimento sobre este assunto. Assim sendo, é dever de cada um fazer sua parte, até atingirmos o ideal, que é a conscientização de que um desenvolvimento sustentável chegue a todos os cantos do planeta.

Há mais ou menos sessenta anos que se vem buscando compatibilizar o progresso com a preservação da natureza, foi quando surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável. Conceito este que caracteriza as atividades, quaisquer que sejam, pelo dever de estarem adequadas a padrões que coloquem o meio ambiente sob o menor risco de degradação possível.

O homem sempre sentiu a necessidade de inovar, até mesmo para garantir sua sobrevivência. Esta inovação acabou por colocar dentre os seus principais objetivos os setores econômico, social e financeiro. Assim, o desenvolvimento sustentável visa conciliar metas de equilíbrio através dos três pilares do desenvolvimento sustentável, conforme figura 1, que são as três dimensões da definição de sustentabilidade compartilhada universalmente: o crescimento econômico, a equidade social e a proteção ao meio ambiente, dimensões estas apresentadas na tabela 1.

Estes três pilares visam proporcionar o melhor para o homem e para a natureza, tanto no presente quanto no futuro, para as próximas gerações. Hoje é urgente a tomada de medidas que nos leve a este equilíbrio, principalmente porque com o crescimento populacional também aumentou a utilização dos recursos naturais, tornando necessárias providências que venham minimizar a sua utilização.

A sustentabilidade ambiental visa preservar o ecossistema, garantindo a continuidade de suas funções e sua beleza, como também a sobrevivência das pessoas e demais seres vivos. A sustentabilidade econômica, através de medidas e de políticas que se preocupam com o meio ambiente e o social, além de se preocupar também com fatores tradicionais da economia, visa compor um conjunto de atitudes que vão ditar formas mais adequadas de se utilizar a matéria-prima sem causar o seu esgotamento. A sustentabilidade social visa criar uma responsabilidade social, tal que, voluntariamente, todos venham a se preocupar em construir uma sociedade mais justa e um ambiente mais limpo. Uma sociedade, na qual empresários conscientizem-se de que o lucro não vem apenas do beneficio pessoal, mas também do benefício dos empregadores, clientes, fornecedores, concorrentes, autoridades públicas, enfim da sociedade em geral, e porque não dizer do planeta.

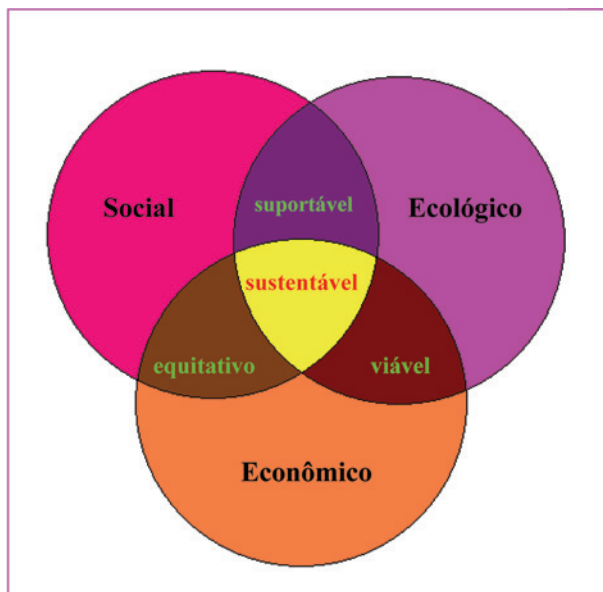



Figura 1 – Os três pilares do desenvolvimento sustentável (JOHANN DRÉO . IN *GUIDE DE BONNES PRATIQUES*, 2008)

Tabela 1 - Dimensões da Sustentabilidade

Social	• **Trabalho, saúde e segurança:** lidar com saúde ocupacional, segurança, condições de trabalho, etc. • **Direitos humanos e diversidade:** garantir que os direitos humanos estejam em conformidade com a diversidade organizacional. • **Segurança do produto:** garantir a segurança do consumidor. • **Retenção e qualificação:** atrair, nutrir e manter os principais talentos, sustentando um perfil "verde".
Ambiental	• **Otimização de energia**: gerenciar custos de energia por meio de planejamento, gerenciamento de riscos e aperfeiçoamento do processo. • **Otimização de água**: garantir fornecimento de água sustentável e com ótima relação custo-benefício. • **Otimização de matéria-prima**: controlar custos relacionados à matéria-prima e gerenciar a volatilidade dos preços. • **Mudança climática e do ar**: reduzir ou contabilizar os gases do efeito estufa. • **Rede de esgoto**: gerenciar emissões de poluentes na rede de esgoto e fornecimento de água. • **Poluição do solo**: evitar ou reduzir a poluição do solo. • **Resíduos**: gerenciar resíduos de forma sustentável. • **Ciclo de vida sustentável do produto**: desenvolver novos produtos sustentavelmente e gerenciar o ciclo de vida.
Econômica	• **Gerenciamento de desempenho de sustentabilidade**: fornecer indicadores-chave de desempenho para gerenciar esforços de sustentabilidade. • **Oportunidades de negócios sustentáveis**: possibilitar novos produtos e serviços aos clientes. • **Comércio de emissões**: assegurar otimização financeira (*cap and trade*). • **Relatórios**: cumprir com as demandas externas por relatórios e divulgações adequados.

Fonte: SAP *Thought Leadership*.

1 GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE BASEADA NOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Cientistas concluíram que a economia é uma forte inimiga do meio ambiente, devido ao confronto entre as leis que a regem e as que regem os fenômenos naturais. Uma vez que a intenção é obter lucro, a produção deve ser em enormes quantidades e as taxas não podem superar as de juros. À medida que as taxas de juro aumentam, a produção e o capital de giro devem aumentar também, devido ao determinante econômico, o lucro. Por outro lado, a lei da natureza segue seu curso natural (FILHO, 2008).

A globalização está padronizando os nossos costumes, ou seja, fazendo com que os hábitos locais deem lugar aos costumes globais. Da mesma forma, a articulação econômica planetária foca os negócios na sustentabilidade, fazendo com que as organizações enfrentem desafios quanto ao gerenciamento de riscos ao meio ambiente e exploração de oportunidades e de negócios. Diante desta relação economia versus controle ambiental, três visões são apresentadas: uma sugere a mudança de hábitos com relação aos padrões de consumo. Outra diz respeito à estrutura da economia e de seus condicionantes básicos. E a terceira visão aponta uma gestão da sustentabilidade baseada nos processos de produção. Ou seja, a gestão de processos deve ser vista como uma forma evolutiva de trabalho e gestão, não apenas como uma tarefa que deve ser realizada com início, meio e fim. Espera-se, assim, que os processos sejam capazes de manter um equilíbrio dinâmico entre as exigências das

pessoas em relação à equidade, prosperidade e qualidade de vida.

Ainda hoje, em pleno século XXI, em muitas organizações predomina o método taylorista, o qual praticamente se esquece do fator humano e se preocupa apenas com a redução dos tempos de ciclos de produção, ou serviço, com a qualidade e com a redução de custos, tendo por finalidade a obtenção de produto barato e de qualidade, para se estar, assim, à frente da concorrência. Mas a tendência é que mude este tipo de comportamento, uma vez que a ideia de sustentabilidade está colocando as organizações com gestão sustentável em posição privilegiada no mercado competitivo que também sofre influência das normas estabelecidas pela ISO14000.

A norma ISO14000, definida pela Organização Internacional para Padronização (do inglês *International Organization for Standardization*), estabelece um conjunto de normas que definem parâmetros e diretrizes para a gestão ambiental das empresas privadas e públicas. O objetivo da norma é a diminuição do impacto provocado pelas empresas ao meio ambiente, que muitas vezes utilizam recursos naturais, geram poluição ou causam danos ambientais através de seus processos de produção. Ao seguir tal norma e ao implantar os processos por ela indicados, as empresas podem obter o certificado de Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA), que é dado pela ISO14001. Esta estabelece requisitos para as empresas gerenciarem seus produtos e processos para que eles não agridam o meio ambiente, que a comunidade não sofra com os resíduos gerados e que a sociedade seja beneficiada num aspecto amplo. E com esta certificação fica documentalmente registrada a sua responsabilidade ambiental. Esta atitude não apenas contribui para um mundo melhor como também coloca a empresa certificada pela ISO14001 em posição privilegiada no mercado competitivo, pois a torna mais valorizada. As exigências normativas de conformidade representam 22% das pressões que impulsionam as iniciativas de sustentabilidade.

Uma empresa, tanto para obter a certificação ISO14001 como para mantê-la, precisa estar de acordo com a legislação ambiental do país, assim como seus funcionários devem ser devidamente treinados e qualificados para seguirem as normas. Em nosso país é a Lei 9.985 de 18/7/2000, que diz respeito à legislação ambiental brasileira. Esta Lei institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.

Em 8 de dezembro de 2010, em São Paulo, foi lançada a versão em português da norma ABNT ISO 26000 — Diretrizes sobre Responsabilidade Social. A norma internacional foi publicada em 1º de novembro de 2010, em Genebra, Suíça. É uma norma de diretrizes, não visa certificação e é de uso voluntário. Diretrizes estas que levam as organizações a um comportamento ético, transparente e em conformidade com as leis nacionais e internacionais que visam ao desenvolvimento sustentável.

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão da sustentabilidade oferece ao ser humano uma vivência em harmonia com a natureza e permite que sua existência seja contínua, segura, saudável e produtiva. E, para satisfazer as necessidades presentes sem comprometer as do futuro, é necessário lembrar-se de combinar os fatores dos pilares da sustentabilidade, o social, o ambiental e o econômico. Além disso, é fundamental lembrar que tão importante quanto obter lucro é causar impactos positivos para a sociedade e para o planeta. Para tanto, é necessário enxergar o sistema como um todo, mesmo estando conectado em partes é necessário que estas sejam vistas como parte de um todo. Já no século XIX, o escritor e pensador alemão Johann von Goethe se preocupava com cada fenômeno isoladamente, mas entendia que cada qual é uma consequência de sua relação com os outros fenômenos. Também a crença budista pensa desta forma (WHEATLEY, 1999):

> Todas as coisas dependem de todas as outras coisas para existir. Consideremos, por exemplo, esta folha... Terra, água, calor, mar, árvore, nuvens, sol, tempo, espaço – todos

> esses elementos contribuíram para que esta folha viesse a existir. Se faltasse apenas um desses elementos, a folha não poderia existir. Todos os seres têm por base a lei do cossurgimento dependente. A fonte de uma coisa são todas as coisas.

Os seres humanos se relacionam, por isso os comportamentos evoluem em conjunto e com a influência do meio em que vivemos. Para que um determinado comportamento seja mudado ou para atingir um indivíduo isoladamente, é necessário entender a dinâmica do sistema como um todo. Ou vice-versa, o individuo não é o todo, mas pode nos levar a ele. Para realizar mudanças não é uma ordem de cima para baixo que vai mudar tudo. As mudanças só ocorrem de forma sustentável se houver uma motivação para isto. Segundo Wheatley (1999), "*qualquer coisa viva só se transforma se vê na mudança o meio de preservar a si mesma*."

REFERÊNCIAS

ARBONÍES, A. L. *Conocimiento para innovar*: cómo evitar la miopía en la gestión de conocimiento. 2. ed. Buenos Aires: Diaz de Santos, 2006.

FIALHO, F. A. P. *Gestão da Sustentabilidade na Era do Conhecimento*: o desenvolvimento sustentável e a nova realidade da sociedade pós-industrial. Florianópolis: Visual Books, 2008.

FIALHO, F. A. P. *Organizações*: velhas metáforas e novas ideias. Disponível em: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/neri1.html>. Acesso em: julho de 2010.

GUATTARI, F. *As três ecologias*. Campinas: Papirus, 1990. Disponível em: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Desenvolvimento_sustent%C3%A1vel.svg>. Acesso em: julho de 2010.

GUIDE DE BONNES PRATIQUES. Economiquement efficaces, écologiquement approuvées, socialement responsables. Disponível em: <http://www.village-justice.com/articles/IMG/pdf_guidedebonnespratiques.pdf>. Acesso em: julho de 2010.

ISO 14000.

ISO 26000:2010. *Diretrizes sobre responsabilidade social*: minuta de norma internacional ISO/DIS 2600, 2010.

SAP THOUGHT LEADERSHIP. O negócio da sustentabilidade: a tecnologia da informação como um catalisador de rentabilidade de curto e longo prazo. 2010. Disponível em: <www.sap.com/brazil>. Acesso em: julho de 2010.

WHEATLEY, M.J. *Liderança e a nova ciência*: descobrindo ordem num mundo caótico. São Paulo: Cultrix, 1999.

A VIDEOCONFERÊNCIA COMO RECURSO DE EDUCAÇÃO A DISTANCIA

Siony da Silva [1]

As Tecnologias da Informação e Comunicação estão transformando os relacionamentos pessoais, profissionais e sociais, e gradativamente estão sendo incorporadas nos ambientes educacionais, modificando as formas de ensinar e aprender. Esta incorporação permite um grande desenvolvimento da educação a distancia, e hoje um dos recursos utilizados é a videoconferência. Este artigo tem por objetivo destacar a importância do uso da videoconferência em cursos a distância, no sentido de favorecer o acesso ao aprendizado, de forma que a interação e participação sejam processos destacados através do uso deste recurso.

Palavras-chave: Videoconferência. Educação a Distância. Processo ensino-aprendizagem.

Information and Communication Technologies are transforming our personal, social and professional relationships, and are gradually being incorporated into educational environments, changing the ways of teaching and learning. This embodiment allows a great development of distance education, and videoconference is one of the resources used today. This article aims to highlight the importance of the use of videoconferencing in distance learning courses as a way to promote access to learning, so that interaction and participation processes are highlighted through the use of this resource.

Keywords: Videoconference. Distance Education. Teaching-learning process.

1 INTRODUÇÃO

Estamos passando de um modelo de sociedade industrial para um modelo de sociedade da informação, que se caracteriza pela globalização da economia e da cultura, pelo surgimento de novos setores de trabalho, pela interatividade e interdependência entre as tecnologias, sendo um dos elementos mais significativos o da sociedade girar em torno das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Estas tecnologias criam locais de interação, com velocidade de transmissão imediata, modificando nosso comportamento profissional, social e pessoal, quebrando a barreira geográfico-temporal.

Frente a esse cenário, o processo ensino-aprendizagem também é alterado, pois as TIC passam a ser incorporadas pelas instituições educacionais. Cabero (2005) destaca as seguintes características que estarão presentes nos novos cenários educativos: ambientes tecnológicos e midiáticos amigáveis, flexíveis, individualizados, colaborativos, ativos, interativo-dinâmicos, *deslocalizados*, pluripessoais, pluridimensionais e multiéticos.

Estas características possibilitam realizar atividades totalmente diferentes daquelas realizadas em um ambiente presencial. Os ambientes tecnológico-midiáticos sofrem um grande progresso, havendo a convergência de vários recursos e, assim, tanto professores como alunos poderão fazer uso dessa tecnologia para seu aprendizado. Para isso, os ambientes se tornarão mais amigáveis, permitindo ao professor realizar o desenho e a produção de materiais tecnológicos adaptados às características de seus alunos (CABERO, 2005).

1 Mestre em Educação - Professora aposentada do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - *Campus* São Paulo. E-mail: <siony.silva@gmail.com>.

Tais ambientes passam a ser flexíveis, tanto no sentido espaço-temporal, quanto na utilização dos códigos presentes e na determinação do caminho de aprendizado que o aluno irá percorrer.

Os ambientes se tornarão mais individualizados, "respondendo" às necessidades do aluno. Este mesmo ambiente, que respeita o processo ensino-aprendizado de cada aluno, favorecerá a colaboração entre o grupo, com a possibilidade de aprendizado através de vários contatos entre os alunos e professores.

> *A aprendizagem colaborativa prepara o aluno para assumir e cumprir compromissos grupais, ajudar e solicitar ajuda ao grupo, aprender a aceitar pontos de vista de seus companheiros, descobrir soluções que beneficiam a todos, ver pontos de vista cultural diferentes do seu, aprender a aceitar críticas, expor suas ideias de forma organizada e se familiarizar com processos democráticos* (CABERO, 2005, p.5).

Estas características favorecem um aprendizado ativo, significativo e com a participação do aluno neste processo de construção, já que as TIC possibilitam o acesso a informações através de várias mídias, e, assim, o professor não será mais o centro do saber.

A aprendizagem passa a ser interativa e dinâmica, ocorrendo entre professor-aluno, professor-professores, alunos-alunos, técnicos-professor, técnicos-aluno, aluno-servidor de conteúdo e também interação conteúdo-conteúdo. (CABERO, 2005). Este cenário envolve os aspectos pluridimensionais e éticos, pois as pessoas, além do conhecimento técnico, deverão ter princípios morais e éticos, e assim respeitar as diferenças.

O objetivo da educação não é o de informar, mas sim favorecer o aprendizado contínuo por parte do estudante, de tal forma que ele possa criar o seu próprio roteiro de aprendizado.

As tecnologias possibilitam esta transformação educacional, e a educação a distancia (EAD) possibilita esta mudança, pois favorece o acesso à informação, além de propiciar um ambiente de aprendizado constante de forma participativa, colaborativa e independente.

Desta forma, professores e alunos não precisam mais estar presentes no mesmo local e hora para que possam se comunicar. A postura do aluno e do professor, neste contexto, sofre modificações, assim como as respectivas competências para acompanhar e elaborar um curso a distância.

O aluno passa a ter mais autonomia, mais independência, assim como torna-se corresponsável pela administração de seu tempo e aprendizado, enquanto o professor passa a ter que trabalhar em equipe, acompanhar, estimular e incentivar o aprendizado do aluno, além de adquirir conhecimentos do uso das tecnologias.

Atualmente, os cursos a distância podem utilizar os recursos de comunicação assíncronos e síncronos, de tal forma que professores e alunos possam se comunicar, acessar conteúdos, enviar tarefas, postar e responder questões, em um ambiente que privilegia a interação, participação e colaboração. Para isso, existem várias ferramentas denominadas Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), entre eles o Moodle e Teleduc, que são *softwares* livres.

A educação a distância também pode ocorrer através da videoconferência e, desta forma, ser mais uma possibilidade de propiciar a educação permanente.

A educação permanente, ou a educação ao longo da vida, pode responder aos desafios impostos pela sociedade dinâmica e em transformações constantes em que vivemos, e as TIC podem ser ferramentas para que esse objetivo seja atingido.

> *O século XX foi caracterizado pela ampliação progressiva da educação básica gratuita e obrigatória, mas o século XXI se caracterizará pela universalidade da educação permanente. Mas a educação permanente não pode ser conseguida unicamente com o ensino presencial, escolarizando toda a população durante uma vida, pois o sistema convencional de educação*

> *formal é hoje claramente insuficiente para atender a uma população numerosa e heterogênea que possui necessidades de formação e cultura, progressivamente diversificadas.* (ARETIO, 2001, p. 160).

2 VIDEOCONFERÊNCIA

2.1 Evolução

Em 1964, a AT&T apresentou em Nova York o protótipo de vídeotelefone que necessitava de linhas de comunicação muito caras, para que houvesse a transmissão de movimento. Este projeto não prosperou devido à impossibilidade da rede telefônica atender às frequências de sinais de vídeo. Ao longo da década de 70, significativos progressos ocorreram. Em meados da década de 80, ocorreu um avanço quanto à compressão em vídeo digital, com o aparecimento do *Codec* (Codificador/Decodificador). A função do *Codec* é comprimir a imagem no equipamento de origem. Após chegarem ao equipamento de destino, tais dados serão descomprimidos. A qualidade da imagem que percebemos está em função do nível de compressão e da capacidade de transmissão dos dados. (MEDINA, 2003)

Atualmente, a videoconferência está sendo utilizada para reunião profissional, aprendizado formal e informal e também para contato pessoal.

Um exemplo de utilização da videoconferência ocorre na área médica, pois, através desse recurso, poderá ser realizado o monitoramento e diagnóstico da doença do paciente, mesmo que os profissionais se encontrem distantes geograficamente. (LEOPOLDINO, 2001)

> *No meio acadêmico, a videoconferência pode ser usada como uma ferramenta alternativa para o ensino e a aprendizagem, através de programas para o ensino a distância. Desta forma, as escolas, universidades e bibliotecas podem compartilhar dados e interagir através do intercâmbio de informações, como na realização remota de aulas e palestras. A troca de experiência entre professores e alunos a grandes distâncias pode ser realizada como se estivessem presentes em um mesmo local.* (LEOPOLDINO, 2001, 1)

2.2 Fundamentos da videoconferência

A videoconferência é uma das chamadas novas tecnologias que está avançando com mais rapidez dentro de contextos educacionais. Isto se deve a vários fatores, como à redução do custo dos equipamentos, ao aumento da oferta de cursos de aperfeiçoamento que estão sendo desenvolvidos através de metodologia de ensino a distância, à possibilidade de realizar cursos superiores em locais distantes, à combinação de interatividade com imagem audiovisual, e à comunicação com outras tecnologias de comunicação. (UNIVERSIDAD DE SEVILLA, 2007)

Cruz & Barcia (2000) definem a videoconferência como “uma tecnologia que permite que grupos distantes, situados em dois ou mais lugares geograficamente diferentes, comuniquem-se ‘face a face’, através de sinais de áudio e vídeo, recriando, a distância, as condições de um encontro entre pessoas”.

Os componentes básicos de uma videoconferência são:

- uma câmera (para capturar o movimento)
- um *display* de vídeo (para exibir o vídeo distante)
- componentes de áudio
- um sistema de computador
- uma conexão de rede
- uma interface de usuário
- o codec, cuja sigla significa compressor/descompressor, e é aplicado para uma variedade de algoritmos utilizados para comprimir e descomprimir informações de áudio e ou vídeo.

A videoconferência pode ser transmitida por par trançado de cobre, cabo coaxial, fibra ótica, rádio, microondas ou satélite, possuindo cada uma capacidade de transmissão diferente.

Considerando a possibilidade de um ambiente de colaboração/cooperação

através da videoconferência, podem ser utilizados os seguintes recursos auxiliares: *whiteboard* (lousa branca que captura e produz digitalmente para os participantes o que é escrito), câmera de documentos (câmera para visualização de textos impressos), *folowMe* (recurso que busca a pessoa que está falando no momento, posicionando a câmera) e *tablet* (tela remota sensível ao toque que possibilita o controle de todos os equipamentos, funcionando também como um *whiteboard*), *chat.*

2.3. A videoconferência na educação

A videoconferência pode ser utilizada tanto para complementação das aulas presenciais, como em aulas e reuniões totalmente a distância.

> *O compartilhamento de recursos com comunidades distantes, a realização de experiências virtuais, quando as reais não são possíveis; a possibilidade de trazer aos alunos as opiniões de importantes especialistas através de palestras; a aplicação de atividades conjuntas, como debates e exercícios em grupo e a perspectiva de trazer uma variedade de formas novas de aprendizagem com diversas mídias são apenas algumas das vantagens trazidas pela videoconferência no ensino a distância* (LEOPOLDINO, 2001, p. 4)

O emprego da videoconferência na educação deve contemplar o aprendizado do uso desta tecnologia por parte do professor, de tal forma que ele se sinta seguro em utilizá-la. Assim, a videoconferência implica em mudanças no estilo de aprendizagem, assim como na estratégia de ensino, tornando o tempo de preparação de uma aula muito maior do que a preparação de uma aula face a face. “Quanto mais interação se deseja, mais planejamento é necessário” (CRUZ, 2009, p. 89).

Para que isso ocorra, o professor deverá se apropriar do uso desta tecnologia e, portanto, deverá aprender a usar esses recursos. Uma das formas de aprendizado é através da gravação de uma aula para cada professor, seguida de um período de revisão e discussão dela com pessoas que detenham o conhecimento do uso desta ferramenta. Em muitas situações é conveniente um apoio técnico na preparação de “materiais impressos, gráficos ou visuais” (CRUZ, 2009. p. 93)

> *Educar a distância significa saber utilizar as ferramentas das tecnologias de informação e de comunicação não só disponibilizando materiais, mas interagindo, trocando, aprendendo em grupos, cooperando e colaborando, mudando, transformando.* (TAROUCO, MORO & ESTABEL, 2003, p. 3)

Cabero (2003) destaca três etapas básicas no uso da videoconferência pelo professor. São elas: a preparação, o desenvolvimento da videoconferência e as atividades de extensão. Segundo o autor, na etapa de preparação o professor entra em contato com a sala de videoconferência, elabora o planejamento de seu uso, desenha e constrói os materiais que serão utilizados, estrutura a sessão, planifica as atividades de extensão. Na fase de desenvolvimento, o professor deverá ficar atento ao tempo da intervenção, observar as reações dos estudantes, de tal forma a estimulá-los a participar da apresentação, desenvolver destrezas interpessoais e finalizar com um sumário sobre os aspectos mais significativos que foram desenvolvidos. A fase de atividades de extensão consiste nas atividades desenvolvidas pelos estudantes, que podem ser: trabalhos em grupos, leituras de textos complementares, etc.

O professor, além do conhecimento do conteúdo a ser ministrado, deverá conhecer a utilização do recurso videoconferência, adequando-o às suas apresentações, e deverá também preocupar-se com as características técnicas, na forma de se apresentar, inclusive com sua postura corporal, roupas, iluminação, capacidade de criar um ambiente

participativo, além de possuir boa dicção, comunicando-se de forma clara e objetiva. (WECKELMANN, 2008)

Considerando o planejamento como um processo inerente à atividade pedagógica, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (s/d) destaca os seguintes tópicos que deverão ser observados em um projeto que utiliza como recurso a videoconferência:

- objetivos que se desejam alcançar através deste recurso;
- identificação do perfil das pessoas que irão participar desta apresentação;
- conhecimento sobre o assunto a ser abordado;
- organização do tempo de apresentação, sendo 1/4 para a introdução, 2/4 para a apresentação e 1/4 para a conclusão;
- disponibilização de material didático para os alunos, com antecedência de duas semanas;
- planejamento da dinâmica das aulas, considerando também a parte afetiva em um ambiente a distância;
- previsão de mecanismos de participação dos alunos, de forma que haja uma organização, através de "normas de conduta", para que todos tenham oportunidade de colaborar neste ambiente;
- verificação, por parte do professor, da possibilidade de eliminação de ruídos externos, da qualidade de som e áudio, da linguagem utilizada, bem como da sua postura, no sentido de tornar uma apresentação agradável;
- atenção à apresentação de materiais como *slides* e gráficos, no sentido de possibilitar espaço para a interação com os alunos.

2.4 Vantagens e limitações no uso da videoconferência

A utilização da videoconferência tem aumentado graças ao desenvolvimento tecnológico e barateamento dos equipamentos.

A Universidade de Sevilha. (2007) destaca as seguintes vantagens de seu uso:

> *facilita a comunicação entre pessoas geograficamente distantes, assim como permite o compartilhamento de documentos; possibilita a incorporação de vários recursos externos, tais como instalações e laboratórios; melhora o nível de produtividade de uma organização, facilitando a comunicação corporativa; facilita a circulação de informação entre as instituições e as pessoas; otimiza o rendimento das reuniões, já que estas deverão estar organizadas; evita o desperdício de tempo; permite que o estudante permaneça em seu ambiente natural; favorece o contato dos estudantes com pessoas diferentes de seu espaço natural; são fáceis de manejar, apesar de necessitar de certas habilidades técnicas; reduz gastos de deslocamento e hospedagem; facilita o compartilhamento de programas, cursos e professores especiais; une professores dispersados geograficamente; a tomada de decisões pode ser feita por um maior número de pessoas.*

Castillo (2002) ressalta a possibilidade de criação de um espaço colaborativo; além de propiciar excelentes recursos de pesquisa, pois a videoconferência pode ser gravada e utilizada como mais um recurso de aprendizagem.

Quanto às limitações, a Universidad de Sevilla (2007), destaca:

> Custo de equipamento e meios de transmissão; compatibilidade entre equipamentos; falta de experiência no uso do equipamento por parte do professor, que necessita de mais tempo para a preparação da videoconferência; necessidade de competência técnica por parte do aluno e do professor; preparação técnica e psicológica para o professor interagir com os alunos presenciais e alunos que estejam assistindo à videoconferência a distancia; qualidade técnica de imagem e som que interferem no desenvolvimento de uma videoconferência.

Castillo (2002) destaca a dificuldade de contratação de técnicos especializados; falta de capacitação docente no uso do

recurso, ocorrendo em muitas situações a mera transposição da aula presencial para uma aula de videoconferência, subutilizando os recursos tecnológicos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As TIC estão transformando a forma como as pessoas se comunicam e esta transformação também é verificada no ambiente educacional. Necessitamos de um aprendizado contínuo para que possamos acompanhar a evolução na nossa prática profissional e para nosso conhecimento pessoal e investigativo.

A EaD pode dar resposta a esta necessidade, pois através dela a barreira geográfico-temporal é rompida.

A videoconferência, como recurso da EaD, possibilita este aprendizado, através da participação de conferências, aulas com especialistas, discussão de casos, acompanhamento de cirurgias a distância, de tal forma que os participantes podem se ver e ouvir, embora não estejam no mesmo espaço físico.

Para que a videoconferência seja utilizada de forma satisfatória, é necessário que existam recursos tecnológicos adequados, pois qualquer interferência na imagem e no som acarretará problemas na comunicação.

Neste processo educativo, tanto professores como alunos deverão saber utilizar este recurso, já que estamos acostumados à comunicação através da presença física ou a um ambiente síncrono através da escrita.

Assim, o processo pedagógico que dará sustentação à utilização desse recurso tecnológico deverá enfocar não só a tecnologia, mas também a interação, o ambiente participativo e ético, o ambiente que privilegie o aprendizado de pessoas conscientes críticas, colaborativas, e independentes.

REFERÊNCIAS

ARETIO, L., G. Educación a distância: ayer y hoy. In: B. F. ENTONADO, *Sociedad de la información y educación,* 2001. Disponível em: <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/soc_ed.pdf>. Acesso em: 12/2007.

CABERO, J. A**.** La videoconferência: su utilización didáctica. In: BLÁZQIEZ, F. (coord). *Las nuevas tecnologías en los centros educativos*. Mérida: Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología de la Junta de Extremadura, 2003, p. 99-115. Disponível em: <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/videoconferencia2.pdf>. Acesso em: 10/2008.

CABERO, J. A. Reflexiones sobre los nuevos escenarios tecnológicos y los nuevos modelos de formación que generan. In: IV Congreso de Formación para el trabajo, 2005. Disponível em: <http://tecnologiaedu.us.es/formaytrabajo/Documentos/lin7cab.pdf>. Acesso em: 10/2008.

CASTILLO, R. A. F. del. Aplicabilidade educacional de sistemas de videoconferência. In: *Boletim EAD*, 2002. Disponível em: <http://www.ccuec.unicamp.br/ead/index_html?foco2=Publicacoes/78095/9331&focomenu=Publicacoes>. Acesso em: 07/2008.

CRUZ, D. M. Aprendizagem por videoconferência. In: LITTO, F. M. et al. *Educação a distância*: o estado da arte. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. p. 87-94.

CRUZ, D. M.; BARCIA, R. M. Educação a distância por videoconferência. In: *Tecnologia Educacional*, ano XXVIII, n. 150/151, jul.-dez., 2000, p. 3-10. Disponível em: <http://penta2.ufrgs.br/edu/videoconferência/dulcecruz.htm#intro>. Acesso em: 09/2008.

LEOPOLDINO, G. M. *Avaliação de sistemas de videoconferência*. Dissertação (Mestrado em Ciências). Área de Ciências da Computação e Matemática Computacional, Universidade de São Paulo – *Campus* São Carlos, 2001. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-05112001-092604/publico/Dissertacao-Final.pdf>. Acesso em: 09/2008.

MEDINA, A., C. La videoconferência: conceptualización, elementos y uso educativo. In: *Etic@net*, ano 1, vol. 2, diciembre, 2003. Disponível em: <http://www.teleformacion.edu/documentos/vc.pdf>. Acesso em: 11/2008.

TAROUCO, L. M. R.; MORO, E. L. S. da; ESTABEL, L. B. O professor e os alunos como protagonistas na educação aberta e a distância mediada por computador. In: Educar, 2003. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/educar/article/view/2121/1773>. Acesso em: 11/2008.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA. *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Sevilla: Grupo de Tecnologia Educativa; 2007. Disponível em: <http://tecnologiaedu.us.es/nweb/cursos/asig-nntt/html/cabero-videoconf/mapa.htm>. Acesso em:10/2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Programa de pós-graduação de informática na educação. *Videoconferência*: guia prático. Disponível em: <http://www.pgie.ufrgs.br/videoconferencia/vcreditoshtm.htm>. Acesso em: 11/2008.

WECKLELMANN, V. M. O trabalho docente no ambiente virtual de aprendizagem da videoconferência estúdio de geração. In: 14 Congresso Internacional ABED de Educação a Distancia, 2008, Santos. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2008/tc/512200842726PM.pdf>. Acesso em: 10/2008.

ESTUDO SOBRE O USO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA INTEGRAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA SOB AS DEMANDAS DE UM AMBIENTE DE PRODUÇÃO ENXUTA

Claudia Miyuki Werhmüller [1]
Eduardo Hidenori Enari [2]

Atualmente, o uso da tecnologia de informação vem auxiliando diversos setores da indústria, especialmente as cadeias de suprimento em ambientes de produção enxuta. Ela contribui para dinamizar a relação cliente-fornecedor, identificando gargalos, desperdícios, aumentando a produtividade e tornando-se uma importante ferramenta que garante o seu sucesso. O objetivo deste estudo é apresentar como a tecnologia da informação afeta todo o ambiente de produção enxuta, as vantagens de se implementá-la e as dificuldades e problemas que podem surgir dentro da cadeia produtiva.

Palavras-chave: Tecnologia da Informação. Produção enxuta. Cadeia produtiva.

Currently, the use of information technology has been helping various sectors of industry, especially supply chains in lean manufacturing environments. It helps to boost the client–provider relationship, identifying bottlenecks and waste, increasing productivity and becoming an important tool that ensures its success. The aim of this study is to show how information technology affects the entire lean production environment, to present the advantages of its implementation and to exhibit the difficulties and problems that may arise in the productive chain.

Keywords: Information Technology. Lean production. Productive chain.

1 INTRODUÇÃO

A produção enxuta surgiu no Japão, no início dos anos 50, especificamente na fabricante de automóvel Toyota Motor Company. Neste sistema, a produção de lotes era pequena, criando uma grande variedade de produtos de alta qualidade, requisito fundamental para a produção enxuta, além da preocupação em eliminar todo e qualquer desperdício.

A produção enxuta baseia-se no JIT, *just-in-time*, e no *Jidoka*. O JIT administra e reorganiza todo o ambiente produtivo, reforçando a ideia da necessidade da eliminação de desperdícios e o aumento da competitividade na empresa, produzindo apenas pequenas quantidades para corresponder à procura. O Jidoka, também conhecido como "automação inteligente", evita os defeitos, a superprodução e incentiva a entender o problema e evitar que se repita.

Segundo Womack & Jones (1996), os desperdícios identificados por Shigeo Shingo para o Sistema de produção enxuta da Toyota são:

- Superprodução: produzir em excesso ou muito cedo;
- Tempo de espera: longos períodos de ociosidade de mão-de-obra, peças e informação;
- Transporte excessivo: movimento excessivo de mão-de-obra, informação ou peças;

1 Mestranda pelo curso de Engenharia Mecânica – Universidade de Taubaté - Professora da Área de Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - *Campus* São Paulo. E-mail: <claudiay@ifsp.edu.br>, <werhmuller@terra.com.br>.
2 Professor Doutor orientador do curso de mestrado em Engenharia Mecânica - Universidade de Taubaté - São Paulo. E-mail: <enari@unitau.br>, <eduardoenari@gmail.com>.

- Processos inadequados: uso inadequado de ferramentas, sistemas ou procedimentos;
- Inventário desnecessário: armazenamento excessivo e falta de informação ou de produtos;
- Movimentação desnecessária: desorganização do ambiente de trabalho;
- Produtos defeituosos: problemas frequentes de qualidade do produto, ou baixa *performance* na entrega.

A aplicação da Tecnologia da Informação – TI – na cadeia produtiva é uma atividade complexa em qualquer empresa. Entretanto, a TI pode desempenhar um papel importante ao permitir que um *software* ou um aplicativo desenvolvido, utilizando-se internet ou intranet/extranet, seja um facilitador direto para agilizar os procedimentos da cadeia e reduzir custos que vão ao encontro do foco da produção enxuta e das ferramentas JIT e *Jidoka*. Por isso, seus custos são justificáveis para o retorno e lucro desejáveis de toda a cadeia produtiva.

2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO EM PRODUÇÃO ENXUTA

Os sistemas de TI ajudam a acelerar o processo de adaptação automática de sistemas de produção enxuta, aumentam a eficácia e a aceitabilidade dos programas de treinamento dos funcionários, melhoram a produtividade por meio de um controle informatizado e mudam processos de suporte à produção, integrando e aumentando o apoio dos profissionais envolvidos.

A Tecnologia da Informação envolve um alto grau de agilidade e desenvolvimento e na maioria das vezes capital mais intensivo. Porém, os recursos destinados a tais projetos são sempre limitados. Há a necessidade de gerenciar e maximizar a eficácia desses investimentos, conscientizando as empresas de que a tecnologia da informação possa ser aplicada e o retorno possa ser satisfatório. Empresas que adotam conceitos da produção enxuta estão sempre procurando maneiras de reduzir custos de quaisquer recursos em qualquer lugar da empresa e isso é um problema sério a ser analisado.

Outro problema seria a falta de orientações sobre a melhor abordagem aplicada para o desenvolvimento de sistemas controlados por computador:

- a escolha do conjunto de tecnologias que seria mais adequado para as necessidades e melhor adaptação na indústria;
- o calendário de aplicação destas tecnologias – o cronograma – e como eles devem ser implementados;
- manutenção da tecnologia;
- treinamento do pessoal responsável;
- segurança das informações (cliente e fornecedor), em se tratando de um sistema *web*, por exemplo.

3 A INTERNET E A PRODUÇÃO ENXUTA

O comércio eletrônico da internet possui influência sobre a cadeia de suprimentos, sintetizando-a, assim o fabricante de produtos pode vendê-los, diretamente para o cliente, agilizando as transações. Os processos devem estar organizados, tendo como foco as necessidades dos clientes.

A internet oferece uma opção melhor de vinculação de todos os membros da cadeia de suprimentos. Devido a sua natureza aberta e de baixo custo, tem potencial para ligar uma cadeia de suprimento e permitir puxar o planejamento da produção e programação a ser utilizada de forma mais eficaz.

O princípio do JIT é a redução de estoques, assim a internet auxilia na coordenação da cadeia, para que cada participante só produza o que realmente está sendo utilizado, na fase seguinte, e não o que espera usar. A internet vai permitir também uma melhor coordenação na produção *schedule* e mais rápida adaptação às mudanças na demanda, facilidades tanto na transmissão interna das informações (intranet) quanto na externa (extranet).

4 ESTUDO DE CASO – INDÚSTRIA MOBILIÁRIA DA AUSTRÁLIA

Segundo John P.T. MO (2003), a indústria mobiliária tem sido objeto de forte concorrência dos fornecedores globais nas últimas décadas. Com o apoio do governo e da associação da indústria de mobiliário da Austrália, foi desenvolvido um programa de eficiência de produção visando a melhorias na indústria imobiliária. O núcleo do programa foi composto de três projetos, mostrando como o retorno do investimento pode ser alcançado com a aplicação de tecnologias de manufatura avançada. A mostra começou aplicando conceitos de manufatura de produção enxuta e fez com que a empresa adotasse práticas mais recentes de TI para o planejamento e controle da produção. O estudo ilustrou que o sucesso da aplicação da TI na produção deveria ser precedido de um programa de produção enxuta. E a pressão era grande devido ao aumento da concorrência de fornecedores no exterior e do mau uso da tecnologia. Assim foi criado o PEP – Programa de Eficiência de Produção – para supervisionar a execução e o desenvolvimento dos projetos. Algumas empresas não queriam investir e deixaram a melhoria contínua como a prioridade mais baixa. A consequência foi que o problema ficou fora de controle.

O PEP foi projetado para fornecer pontos de referência e caminhos para as empresas tomarem decisões corretas sobre tais investimentos. O programa foi administrado em cinco fases listadas abaixo:

1ª) Identificação dos pontos fracos da produção:

As principais tarefas eram: definir indicadores de desempenho para medir o sucesso do PEP; criar um questionário estruturado para coletar informações sobre os processos de fabricação no setor; fazer visitas nos locais para solicitar informações qualitativas por meio de entrevistas com os responsáveis. (programação da produção, *layout* da fábrica, controle de estoques, uso de tecnologias, etc).

2ª) Análise das causas das deficiências de produção:

Ao analisar como o sistema funcionava em cada setor, alguns pontos foram identificados:

- planejamento e controle de produção inadequados;
- fluxo insuficiente de informações;
- uso insatisfatório de computador e equipamentos;
- manuseio inadequado de materiais e *layout*.

3ª) Execução de *showcases*:

Uma série de seminários informativos foi realizada para fornecer um *feedback* às indústrias. Os *showcases* foram os elementos mais importantes do PEP.

Resumo da experiência dos *showcases*:

Os *showcases* apresentaram um processo investigativo único, como mostra a figura 1.

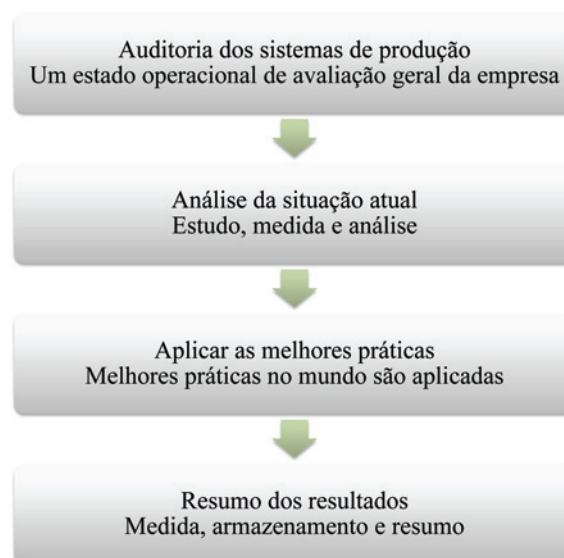



Figura 1 - Processo do *showcase* de Desenvolvimento e implementação. (Fonte: JOHN MO, 2003)

Em cada um dos *showcases*, os ganhos eficientes da produção foram obtidos pela aplicação da manufatura enxuta. A utilização de um processo unificado de investigação nos *showcases* ajudaram a isolar as questões técnicas das não técnicas. Usando ferramentas bem estabelecidas, como o mapeamento do

fluxo de valor, modelagem de processos e gráficos de causa e efeito, a equipe de projetos foi capaz de identificar a necessidade de se utilizar a manufatura enxuta ao invés do desenvolvimento de sistemas de TI.

A importância do conceito de manufatura enxuta para a criação de um sistema de produção integrado não deve ser subestimada. Por outro lado, o desenvolvimento de sistemas de TI pode ser usado para investigar o efeito da produção enxuta sobre o sistema produtivo. Por exemplo, um modelo de simulação foi utilizado no mostruário para a empresa Coringle analisar o efeito do fluxo de trabalho no novo *layout*. Há riscos envolvidos e, consequentemente, as empresas deverão procurar a melhor estratégia para maximizar a eficácia e os resultados do projeto. Se os recursos permitirem, modelos de simulação poderão ser aplicados para explorar as consequências de mudanças. A aplicação da TI, na forma da simulação do modelo, permitiu à empresa Coringle tomar uma decisão informada, minimizando o risco de mudar para um *layout* inferior. Uma observação importante é o requisito fundamental para a melhoria da produtividade de TI com base nos projetos. Mudanças no ambiente de TI, independentemente de ser uma simples atualização do sistema MRP, ou uma revisão do sistema de agendamento de um planejamento orientado às necessidades do ambiente, levarão a uma mudança do processo de fabricação ou fluxo de trabalho. Na mostra, ao se fazer uma mudança no processo de fabricação antes das mudanças do sistema de TI, surgiram algumas vantagens tais como:

- A empresa pode ver as melhorias mais cedo para que as pessoas fiquem mais confiantes para fazer alterações no sistema de informática mais tarde;
- A mudança dos requisitos de TI é movida pela necessidade de novos processos de fabricação e, portanto, é mais fácil desenvolver a especificação do que o sistema de informática;
- A aplicação do novo sistema de TI segue para frente, uma vez que o pessoal já está familiarizado com o novo processo. Soluções de TI foram desenvolvidas para reforçar as alterações, quando as mudanças provaram ser um sucesso. Assim, a aplicação de TI é fundamental para apoiar as atividades de manufatura enxuta, mas não é a causa da melhoria da produtividade.

4ª) Desenvolvimento de ferramentas de TI:

O desenvolvimento de um pacote de informações, em que mesmo usuários não especialistas pudessem utilizar os métodos e ferramentas sem dificuldades. (descrição do processo, vídeos, análise de *software*, métricas de avaliação comparativa, sistema de documentos). Estas informações foram organizadas num CD interativo para a indústria.

5ª) Fase do PEP – disseminação do conhecimento e suporte contínuo à indústria:

Desenvolvimento de uma formação contínua e de serviços de apoio à indústria.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que a introdução de um novo sistema de TI de controle de produção não alteraria a situação, devido à discrepância existente de dados. Assim, o mapeamento de um processo de análise mostrou o potencial de melhoria, tendo várias ações, obedecendo aos princípios da produção enxuta:

- eficiente esquema de estudos por meio de mapeamento dos processos detectou que o fluxo de valor foi um dos obstáculos para a melhoria da eficiência;
- cinco novos *layouts* foram concebidos, com simulações extensivas para avaliar a eficácia de cada um deles.

Em conjunto com as ações acima, outras foram tomadas:

- controle de qualidade entre as etapas de fabricação, carrinhos especializados para o transporte e priorização de ordens de produção.

- desenvolvimento de um sistema de TI que simplificou os processos e melhorou sua precisão dos dados de produção.

Os ganhos de eficiência obtidos com a aplicação da produção enxuta foram significativos, bem como o desenvolvimento de um sistema de TI capaz de simplificar os processos e melhorar a precisão dos dados de produção.

5 MÉTODOS UTILIZADOS

Esta pesquisa, explorando ambientes de produção e contextos diversos para o uso da Tecnologia da Informação na cadeia produtiva enxuta, tem uma abordagem quantitativa e descritiva, que se utiliza de estudos de casos, índices e relatórios, dados relativos a empresas internacionais e nacionais por meio de suas experiências concretizadas no cenário industrial.

A pesquisa quantitativa se inicia com o estudo de determinado número de casos individuais, quantifica fatores segundo um estudo típico, servindo-se frequentemente de dados estatísticos, e generaliza o que foi encontrado nos casos particulares. A pesquisa descritiva procura, pois, descobrir, com a máxima precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e sua conexão com os outros, sua natureza e suas características. Busca conhecer as diversas situações e relações que ocorrem na vida social, política, econômica e demais aspectos do comportamento humano, tanto do indivíduo tomado isoladamente, como de grupos e comunidades mais complexas.

Dessa forma, este tipo de estudo visa proporcionar um maior conhecimento para o pesquisador acerca do assunto, a fim de que esse possa formular problemas mais precisos ou criar hipóteses que possam ser pesquisadas por estudos posteriores (GIL, 1999, p. 43).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando a pesquisa efetuada no setor mobiliário australiano, o sistema de tecnologia de informação reforçou as mudanças que geraram sucesso na produção. Portanto, a aplicação de TI foi fundamental para apoiar as atividades de produção enxuta, porém não foi a causa da melhoria da produtividade.

Esta junção da produção enxuta e sistemas de tecnologia da informação são uma tendência a caminharem juntos. O processo envolvido pode ser lento, complexo, por ter mais etapas e requerer mais tempo para completar, porém é uma excelente maneira de se atingir o resultado final desejável, simplificando processos e manipulando dados mais precisos.

REFERÊNCIAS

BARANGER, P.; HUGUEL G. *Gestão da produção*: atores, técnicas e políticas. Lisboa, Portugal: Sílabo, 1994.

BRUUN, P.; MEFFORD, R. N. Produção enxuta e a internet. Califórnia: EUA; Lyngby: Alemanha. *International Journal of Production Economics*, vol. 89, 2003, p. 247-260.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1999, disponível em: <http://books.google.com.br/books>. Acesso em: 4 de mar. 2010.

GULYANI, S. *Efeitos de transporte deficiente de produção enxuta e da aglomeração industrial*: evidências da indústria automobilística indiana. Washington, DC, USA: The World Bank, 2001.

HIRANO, H. *5 pilares do trabalho visual*. Portland, Oregon, EUA: Press Productivity, 1988.

KONDO, A. A. *Gerenciamento de rastreabilidade em cadeias produtivas agropecuárias*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Computação. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2007.

MO, J. P.T. O papel da fabricação enxuta na aplicação da tecnologia da Informação. *Journal*

Computers in Industry, vol. 60. Bundoora, Austrália: Elsevier, 2009 p. 266-276.

LANCIONI, R. A.; SMITH, M F.; OLIVA, T. *O papel da internet no gerenciamento da cadeia de suprimento*. New York, EUA: Elsevier, 2000.

RIEZEBOS, J.; KLINGENBERG, W. Fabricação enxuta avançada: o papel da TI. *Journal Computers in Industry*, vol. 60. Groningen, Holanda: Elsevier, 2009 p. 235-236.

SAYÃO, J. L. A. *A automação dos processos como forma de integração da pequena e média empresa ao comércio eletrônico e a cadeia de suprimentos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 2004.

WAN, H.; CHEN, F. F. Apoio à decisão para os profissionais de produção enxuta: uma avaliação adaptativa baseada na *web*. *Journal Computers in Industry*, vol. 60. San Antonio, Texas, EUA: Elsevier, 2009 p. 237-247.

SUGIMORI, Y et al. Sistema Toyota de produção e sistema kanban: materialização do just-in-time e respeito para o sistema humano. Tokio, Japão: *International Journal of Production Research*, vol. 15, ed. 6, 1977.

A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E A INSTITUCIONALIZAÇÃO DOS NÚCLEOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Sonia A. G. Oliveira [1]
Érika Freitas Santana [2]
Fabiana R. Grandeaux de Melo [3]
Letícia de Castro Guimarães [4]

O presente artigo faz uma análise da propriedade intelectual e da inovação nas instituições científicas e tecnológicas (ICT´s). Apresenta os conceitos básicos de proteção bem como alguns aspectos da Lei de Inovação e a institucionalização dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT's). O trabalho apresenta também uma contextualização do papel da Universidade Federal de Uberlândia no sistema local de inovação e a política de proteção legal do conhecimento científico e tecnológico desenvolvidos em seu âmbito.

Palavras-chave: Propriedade intelectual. Inovação tecnológica. NIT. Pesquisa.

This article presents an analysis of intellectual property and innovation in science and technology institutions (ICTs). This work introduces the basic concepts of protection as well as some aspects of the Brazilian Innovation Law and the institutionalization of the Technological Innovation Centers (NIT's). It also presents a contextualization of the role of the Federal University of Uberlândia on the local system of innovation and the legal protection policy of the scientific and technological knowledge developed by the university teaching and technical staff.

Keywords: Intellectual Property. Technological Innovation. NIT. Research.

1 INTRODUÇÃO

O tema da inovação ocupa lugar central na competitividade entre países que atuam no cenário da globalização, tendo também importância fundamental no processo de desenvolvimento econômico, social, político e cultural. Como indica Castells (2002), vivemos hoje uma nova forma de sociedade, a sociedade em rede, caracterizada, dentre outros elementos, pelas "*transformações da nossa cultura material, pelos mecanismos de um novo paradigma tecnológico*". Neste novo paradigma, o conhecimento científico exerce um papel decisivo para sustentar e guiar o desenvolvimento tecnológico. Por sua vez, entendendo que a inovação não se dá de forma isolada, mas num ambiente interativo, Castells (2002) afirma que:

> *... ela reflete um determinado estágio de conhecimento, um ambiente institucional e industrial específico, certa disponibilidade de talentos para definir um problema técnico e resolvê-lo; uma mentalidade econômica para dar a essa aplicação uma boa relação custo/benefício; e uma rede de fabricantes e usuários capazes de comunicar suas experiências de modo cumulativo e aprender usando e fazendo...*

Partindo do pressuposto de que a interatividade dos sistemas de inovação

1 Professora da Universidade Federal de Uberândia (UFU) - Doutora em Engenharia pela Brown University/USA. E-mail: <sgoulart@mecanica.ufu.br>.
2 Bolsista de Gestão de Inovação Tecnológia da UFU - Bacharel em Direito pela UFU. E-mail: <jurídico@intelecto.ufu.br>.
3 Bolsista de Gestão de Inovação Tecnológia da UFU - Doutor em Engenharia Química pela UFU. E-mail: <propriedade@intelecto.ufu.br>.
4 Bolsista de Gestão de Inovação Tecnológia da UFU - Mestre em Geografia pela UFU. E-mail: <atendimento@intelecto.ufu.br>.

tecnológica e a criação de ambientes favoráveis à inovação são aspectos de grande relevância para o novo processo de desenvolvimento econômico, e entendendo que a criação dos núcleos de inovação tecnológica constitui uma ferramenta poderosa para a proteção e difusão do conhecimento, como também para a aproximação entre universidade e empresa, o presente artigo propõe analisar a institucionalização dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT´s) no Brasil e, em especial, do NIT da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), denominado Agência Intelecto.

A primeira seção deste trabalho busca compreender os conceitos fundamentais das diferentes modalidades de propriedade intelectual, destacando a sua importância para o desenvolvimento. Discute-se, na segunda seção, a implementação da Lei de Inovação e o processo de institucionalização dos NIT´s no Brasil. Posteriormente, analisa-se a política de gestão da propriedade intelectual implementada na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) com a institucionalização do seu Núcleo de Inovação Tecnológica, além de apresentar o seu potencial inovador.

2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA PROPRIEDADE INTELECTUAL

Conforme consta no Manual Básico da UFU, Propriedade Intelectual abrange os direitos de proteção legal às criações da mente, como invenções, trabalhos literários e artísticos (autores e intérpretes), símbolos, nomes, imagens e desenhos usados no comércio e na indústria. Isto significa a proteção legal sobre toda a atividade inventiva e a criatividade humana, em seus aspectos científicos, tecnológicos, artísticos e literários.

Um sistema eficaz de gestão da propriedade intelectual é considerado estratégico para o crescimento sócio-econômico do País, uma vez que protege o conhecimento gerado e estimula a inovação tecnológica, reduzindo assim a dependência às tecnologias desenvolvidas em outros países.

São modalidades da propriedade intelectual: os direitos autorais, a propriedade industrial e a proteção *sui generis*.

Dentre os Direitos Autorais temos o *copyright*, que nada mais é do que os “Direitos Autorais” sobre o conteúdo de uma obra, proibindo qualquer pessoa de utilizá-la sem sua permissão. Temos também os Direitos Conexos que se referem aos artistas intérpretes, produtores de fonogramas e gravações e dos produtores de rádio e televisão.

Na Propriedade Industrial temos as Patentes, Desenho Industrial, Marcas e Indicação Geográfica. A Patente é um título de propriedade temporário que o Estado concede a inventores, empresas ou instituições, pelo qual eles passam a deter os direitos sobre uma invenção. A invenção pode ser um produto, um processo de fabricação ou aperfeiçoamento de produtos e processos já existentes. O Desenho Industrial compreende a forma plástica tridimensional e a arte gráfica, devendo possuir fisionomia própria e nova. A Marca é um bem intangível associado a um sinal distintivo de produtos e ou serviços. A Indicação Geográfica é a modalidade de Propriedade Intelectual pela qual se obtém proteção sob dois tipos, a Indicação de Procedência e Denominação de Origem. A primeira se refere ao centro de extração, produção ou fabricação de um determinado produto ou serviço. A segunda designa o produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusivamente ao meio geográfico, incluindo fatores naturais e humanos.

Dentro da Proteção *Sui Generis* temos as Cultivares, o *Software* ou Programa de Computador e a Topografia dos Circuitos Integrados. A Cultivar trata da proteção dada às novas variedades de qualquer gênero e espécie vegetal que seja distinguível de outras já existentes. O *Software* ou Programa de Computador é a expressão de um conjunto organizado de instruções em linguagem natural e codificada, contido em um suporte físico, de uso necessário em máquinas automáticas para fazê-los funcionar. A Topografia de Sistemas Integrados refere-se

à proteção concedida aos componentes eletrônicos semicondutores que possuam topografia original.

3 A IMPLEMENTAÇÃO DA LEI DE INOVAÇÃO E A INSTITUCIONALIZAÇÃO DOS NIT´s

A Lei nº 10.973/2004, conhecida como Lei da Inovação, estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação e ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento industrial do País, nos termos do que determina os artigos 218 e 219 da Constituição Federal.

O artigo 218 preceitua que o Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas. Em seu parágrafo segundo, diz que a pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

Na sequência, o artigo 219 informa que o mercado interno integra o patrimônio nacional e será incentivado de modo a viabilizar o desenvolvimento cultural e sócio-econômico, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do País, nos termos de lei federal.

Observa-se, pois, a base constitucional da Lei da Inovação, que foi promulgada para o fim de regulamentar os artigos constitucionais supracitados.

A Lei da Inovação representa um marco no País ao incentivar e regulamentar as relações entre as chamadas ICT's e os setores produtivos. Estas relações visam ao desenvolvimento científico e tecnológico, por meio de estímulos à construção de ambientes especializados e cooperativos de inovação, que permitem aliar a produção científica à atividade industrial. Desse modo, a lei permite que o conhecimento gerado nas universidades e institutos de pesquisa seja revertido em benefício da sociedade, ao invés de ficar restrito e confinado somente à academia. Nesse ponto, é importante reconhecer que a inovação realmente acontece quando a sociedade dela se beneficia, isto é, quando há introdução no mercado de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, e quando há introdução por parte de uma empresa de processos novos ou significativamente melhorados.

Dentro desse contexto, observa-se a clara intenção do legislador de estabelecer institucionalmente uma forma de desenvolvimento nacional utilizando-se da interação das universidades e institutos de pesquisa com os setores produtivos, que são os agentes responsáveis pela transformação do conhecimento gerado na academia em produtos e serviços inovadores.

Deve-se ressaltar que a Lei da Inovação também trata, por outro lado, da proteção do conhecimento intelectual resultante do desenvolvimento de pesquisas de ciência, tecnologia e inovação gerado por ICT's. Ela também trata dos instrumentos legais (contratos/convênios) para a realização de pesquisas conjuntas entre estas e o setor produtivo, e para os procedimentos de transferência de tecnologia e licenciamento para exploração comercial e direito de uso.

Esta lei apresenta três eixos principais, que têm o condão de impulsionar o fomento à pesquisa científica e tecnológica e à inovação, que são os seguintes: o estímulo à construção de ambientes especializados e cooperativos de inovação, conforme consta dos artigos 3º ao 5º; o estímulo à participação das ICT's no processo de inovação, de acordo com a redação dos artigos 6º ao 18º; e estímulo à inovação nas empresas, presente nos artigos 19 ao 21.

O primeiro eixo regula os termos para a interação entre os institutos de pesquisas e o setor produtivo, representado pelas empresas nacionais e organizações de direito privados sem fins lucrativos voltadas para atividades de pesquisa e desenvolvimento, que tenham por objeto a geração de produtos e processos inovadores. Nesse ponto, a finalidade da norma é no sentido de constituir alianças estratégicas e desenvolvimento de projetos.

Como forma de incentivo, a Lei da Inovação prevê o compartilhamento das

instalações das ICT's. Isto se dá através do compartilhamento ou permissão da utilização de seus laboratórios, equipamentos, instrumentos, materiais e a utilização de suas dependências por empresas nacionais, representadas por empresas de pequeno e médio porte, e as organizações de direito privado sem fins lucrativos, voltadas para o desenvolvimento de atividades de pesquisa. O Compartilhamento é permitido mediante remuneração e por prazo determinado, formalizado em contratos ou convênios.

O segundo eixo se refere ao estímulo à participação das ICT's no processo de inovação. Com base no artigo 6º da lei, é facultado às ICT´s a possibilidade de celebrar contratos de transferência de tecnologia ou de licenciamento para outorga de direito de uso ou de exploração de criação por ela desenvolvida. Desse modo, o conhecimento intelectual gerado poderá ser transmitido, beneficiando, assim, tanto o setor produtivo quanto toda a sociedade, desde que respeitando a função social da propriedade intelectual.

Dentro desse segundo eixo, a lei prevê que as ICT's poderão obter o direito de uso ou de exploração de criação protegida, desde que tais atividades atendam ao interesse da instituição e ao interesse público; além disso, poderão se tornar prestadoras de serviços voltados à inovação e à pesquisa científica e tecnológica, e também firmar parcerias com entidades públicas ou privadas, objetivando o desenvolvimento de atividades conjuntas de cunho científico ou tecnológico.

Nesse contexto, importante observar que a lei disciplinou a propriedade intelectual decorrente dos resultados das parcerias celebradas, determinando que as partes deverão prever em contrato a titularidade da propriedade intelectual e a participação nos resultados da exploração das criações resultantes da parceria, assegurando aos signatários o licenciamento.

O terceiro e último eixo trata do estímulo à inovação nas empresas. O tema é contemplado no artigo 19 da Lei da Inovação, que determina que a União, as ICT's e as agências de fomento promoverão e incentivarão o desenvolvimento de produtos e processos inovadores em empresas nacionais e nas entidades nacionais de direito privado sem fins lucrativos voltadas para atividades de pesquisa. O estímulo se dará mediante a concessão de recursos financeiros, humanos, materiais ou de infraestrutura, a serem ajustados em convênios ou contratos específicos, destinados a apoiar atividades de pesquisa e desenvolvimento, para atender às prioridades da política industrial e tecnológica do País.

Percebe-se que se trata de norma que diz respeito à ordem econômica, abrindo espaço para o controle estatal, já que as atividades de pesquisa e desenvolvimento deverão atender às prioridades da política industrial e tecnológica nacional.

Inserido no segundo eixo da lei, está o mais importante mecanismo de incentivo da participação das ICT's no processo de inovação, que é a criação dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT), que têm por finalidade gerir a sua política de inovação tecnológica.

A criação do NIT e a descrição de todas as suas competências constam do artigo 16 da lei que prevê que as ICT's deverão dispor de núcleo de inovação tecnológica, próprio ou em associação com outras ICT's, com a finalidade de gerir sua política de inovação. O parágrafo único deste artigo determina as competências mínimas do NIT, que são as seguintes:

> I - zelar pela manutenção da política institucional de estímulo à proteção das criações, licenciamento, inovação e outras formas de transferência de tecnologia;
> II - avaliar e classificar os resultados decorrentes de atividades e projetos de pesquisa para o atendimento das disposições desta Lei;
> III - avaliar solicitação de inventor independente para adoção de invenção na forma do art. 22;
> IV - opinar pela conveniência e promover a proteção das criações desenvolvidas na instituição;
> V - opinar quanto à conveniência de divulgação das criações desenvolvidas na instituição, passíveis de proteção intelectual;

VI- acompanhar o processamento dos pedidos e a manutenção dos títulos de propriedade intelectual da instituição.

A importância do NIT dentro da instituição de pesquisa se revela de duas formas: internamente sua atuação diz respeito à capacitação e qualificação de recursos humanos, junto à própria comunidade acadêmica, além da consolidação do desenvolvimento das pesquisas científicas e tecnológicas no âmbito das ICT's; externamente o NIT se incumbirá de interagir com os diversos setores da sociedade e do ambiente produtivo, buscando parcerias e investimentos em pesquisa e desenvolvimento, fomentando, assim, a interação entre institutos de pesquisa e os setores produtivos.

A despeito de todo o avanço trazido pela Lei da Inovação, e passados quase seis anos de sua promulgação, ela ainda é pouco conhecida e pouco utilizada, restando ainda algumas dificuldades a serem superadas. A primeira delas se refere ao grande equívoco de alguns que entendem que somente às universidades caberia a responsabilidade pelo desenvolvimento científico e tecnológico, e aos setores produtivos caberia usufruir do conhecimento gerado. Outra dificuldade diz respeito à comercialização das tecnologias desenvolvidas pelas ICT's, que ainda não ocorrem com frequência, incluindo-se também a questão da negociação da propriedade intelectual resultante das parcerias com empresas.

Há, ainda, muitas questões a serem analisadas e questionadas sobre a Lei da Inovação, todavia não cabe aqui discuti-las, pois este texto apenas se presta a fazer uma breve apresentação do texto legal e a fazer algumas considerações sobre a lei.

No novo ambiente de inovação, os bens intangíveis desempenham importância crescente no mundo contemporâneo, sua gestão requer novas formas organizacionais para a proteção legal e a transferência do conhecimento gerado nas instituições científicas e tecnológicas (ICT´s), e as universidades desempenham um papel preponderante na construção dos sistemas de inovação. Desse modo, a institucionalização dos NIT´s foi a solução estratégica encontrada para se constituir um mecanismo institucional que assumisse nas ICT´s as tarefas de proteger e transferir o conhecimento gerado pelas pesquisas, assim como a gestão de projetos tecnológicos em cooperação com empresas.

No Brasil, a criação e institucionalização dos NIT´s foi impulsionada pela Lei de Inovação Tecnológica, que inaugurou uma nova forma de gestão da propriedade intelectual e da transferência da tecnologia nas ICT´s. Como prevê esta Lei, os NIT´s têm a função básica de gerir a política da inovação das ICT´s e suas competências, entre outras, são: "zelar pela manutenção da política institucional de estímulo à proteção das criações, licenciamento, inovação e outras formas de transferência de tecnologia", além de "acompanhar o processamento dos pedidos e manutenção dos títulos de propriedade intelectual da instituição".

As ações inauguradas pela legislação estimularam a criação de NIT´s, colaborando para uma mudança cultural, promovendo a participação cada vez maior das ICT´s brasileiras, especialmente as públicas, no sistema de proteção da propriedade intelectual.

Na esteira da nova legislação, foram implantados no país, conforme demonstra o Relatório de Gestão (2008-2010) do Fórum Nacional de Gestores da Inovação e Transferência da Tecnologia (FORTEC)[1], 70 núcleos de inovação tecnológica, no período de 2005 a 2009.

Conforme destaca a Figura 1, a criação dos NIT´s no Brasil foi induzida pela Lei de Inovação, na medida em que prevê a obrigatoriedade da manutenção dessas estruturas no âmbito das ICT´s. Os dados evidenciam que apenas 15,7% dos NIT´s foram implementados antes da promulgação da Lei da Inovação, enquanto 84,3% foram criados a partir de 2005.

A institucionalização dos NIT´s no âmbito das ICT´s requisitou a constituição de equipe e infraestrutura para a manutenção

1 Com o objetivo de conhecer a realidade dos NIT´s, o FORTEC realiza, anualmente, um mapeamento dos NIT´s vinculados às instituições a ela afiliadas. No seu Relatório de Gestão (2008-2010), este Fórum publicou os resultados desse mapeamento, mostrando o retrato dos núcleos em todo país.

de suas atividades. Como grande parte das ICT´s não dispõe de dotação orçamentária, a sua sustentabilidade depende dos recursos advindos das agências de fomento. Como demonstra o Relatório do FORTEC, 59% dos NIT´s obtiveram o apoio financeiro de tais agências para sua criação e manutenção. O suporte financeiro concedido pelas agências de fomento tem sido fundamental para o desempenho das ações desenvolvidas pelos núcleos, sendo imprescindível para o cumprimento da sua missão.

Em Minas Gerais, em particular, os Núcleos de Inovação Tecnológica têm recebido o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais para a manutenção de suas atividades. Outro mecanismo de indução dos NIT´s mineiros foi a articulação das ICT´s na formação da Rede Mineira de Propriedade Intelectual. A Rede é uma associação sem fins lucrativos que apoia as instituições científicas e tecnológicas do Estado de Minas Gerais na área de propriedade intelectual e de gestão da inovação, fortalecendo o desenvolvimento da proteção do conhecimento científico e tecnológico em nível estadual.

Para a consolidação dos NIT´s no Brasil, torna-se fundamental a articulação das ICT´s no que se refere ao desenvolvimento de ações conjuntas para a gestão da inovação e da propriedade intelectual. Nesse contexto, a criação do FORTEC, "*órgão de representação dos responsáveis nas universidades e institutos de pesquisa pelo gerenciamento das políticas de inovação e das atividades relacionadas à propriedade intelectual e à transferência de tecnologia"* (FORTEC, 2010) foi fundamental para viabilizar as ações dos NIT´s.

Como resultado dessas ações, importantes avanços na conscientização sobre a cultura da inovação e da propriedade intelectual têm sido obtidos pelas ICT´s no Brasil, expressando um crescimento significativo na política de proteção ao conhecimento científico e tecnológico.

4 A POLÍTICA DE PROTEÇÃO LEGAL AO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO NA UFU

A criação dos núcleos de inovação tecnológica nas instituições de ciência e tecnologia é bem recente, como foi dito anteriormente. Ela se deu a partir da Lei da Inovação. Até então, todo o conhecimento gerado em pesquisas desenvolvidas, no âmbito da Universidade, ou era publicado em revistas especializadas e apropriado por terceiros, ou então protegido, de forma esporádica, por iniciativa dos pesquisadores. Como estes pesquisadores não dispunham de meios para acompanhar a tramitação do processo nos órgãos competentes, os depósitos realizados

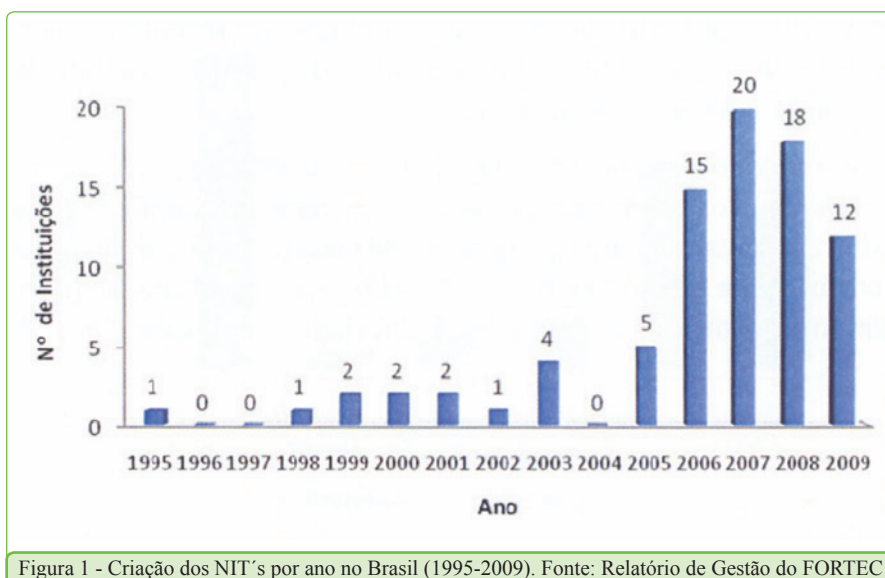



Figura 1 - Criação dos NIT´s por ano no Brasil (1995-2009). Fonte: Relatório de Gestão do FORTEC

até então, foram, na sua maioria, arquivados por falta de pagamento de taxas e cumprimento de exigências destes órgãos. Antes da criação do Núcleo de Apoio a Patentes e à Inovação (NAPI), a UFU contava apenas com 7 depósitos de patentes, feitas em 5 anos (até 2005).

Até meados de 2006, o NAPI manteve um acordo com a FAPEMIG, no sentido de encaminhar os pedidos de patente e de outras modalidades de proteção ao INPI, uma vez que a Universidade ainda não dispunha de recursos orçamentários para arcar com as taxas referentes às diversas modalidades de proteção. Antes desse encaminhamento, o Núcleo realizava apenas uma entrevista com o pesquisador/inventor identificando se o objeto era ou não indicado para proteção e por qual modalidade de proteção. A partir daí a FAPEMIG solicitava os serviços do INPI para realizar buscas de anterioridade mais detalhadas e analisar os requisitos de patenteabilidade, nos casos de patentes. Caso a invenção/criação fosse passível de proteção, a entidade retornava às instituições de origem (unidade acadêmica) via NAPI, para que o pesquisador tomasse as providências necessárias quanto à elaboração dos documentos de patente (Relatório Descritivo, Reivindicação, Desenhos – se fosse o caso – e Resumo). O depósito do pedido de patente, o encaminhamento para registro de programa de computador, o pagamento das taxas e acompanhamento dos trâmites junto ao INPI ficavam a cargo da FAPEMIG.

Com a criação e institucionalização do núcleo – Agência Intelecto – este procedimento foi alterado. A Agência foi criada com a missão de promover e cuidar da proteção ao conhecimento gerado na UFU, estimular e orientar a transferência da tecnologia para o setor produtivo, além de disseminar a cultura da inovação e da propriedade intelectual junto à comunidade acadêmica. Para alcançar estes objetivos, a Agência traçou diretrizes norteadoras da política de inovação – proteção em todas as modalidades de propriedade industrial. Neste sentido, ficaram a cargo da Agência os depósitos de pedidos de patente, registros de programas de computador e registros de cultivares. A Agência se tornou responsável também pela manutenção dos processos, acompanhamento dos trâmites, elaboração dos documentos de patentes, pagamentos das taxas (feito com recursos de projetos de Editais aprovados).

Na Figura 2, a seguir, tem-se um gráfico demonstrativo dos pedidos de proteção intelectual gerados na UFU por ano, pelo qual pode ser observado um aumento significativo da demanda a partir de 2006 com a criação da Agência Intelecto.

Neste somatório de pedidos estão contabilizados os depósitos de patentes, registro de programas de computador e cultivares. A expansão do número de pedidos de patentes requeridas tem sido significativa, sendo que no período de 2006 a 2009 foram depositados 30 pedidos, correspondendo a 78,9% do total de patentes desenvolvidas na instituição. Se em 2006 foram efetivados oito pedidos de proteção ao conhecimento, em 2008 foram 14, representando um acréscimo de 75%. Pode-se afirmar que este aumento representa o atendimento a uma demanda latente dos pedidos de proteção intelectual no âmbito desta universidade.

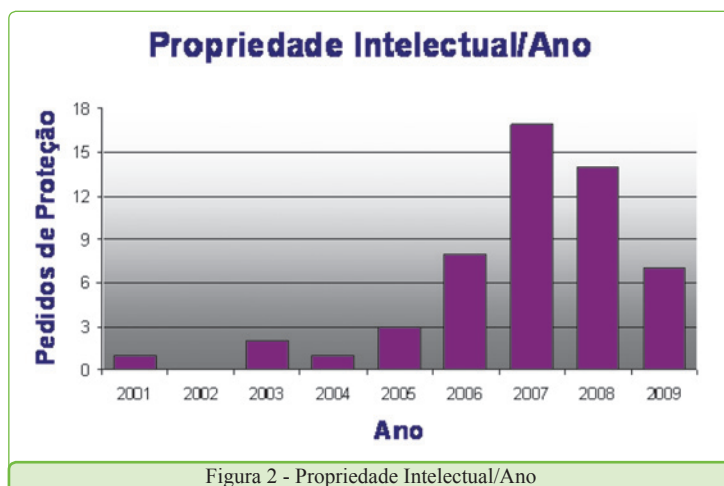



Figura 2 - Propriedade Intelectual/Ano

Com base nestes dados, é possível fazer um levantamento do potencial de inovação inserido nas linhas de pesquisa desenvolvidas no âmbito da universidade, pois, como mostra a Figura 3, tem-se um maior potencial na área de Ciências Biomédicas e Exatas. Estas áreas apresentaram um maior número de pedidos de proteção no período de 2005 a 2009.

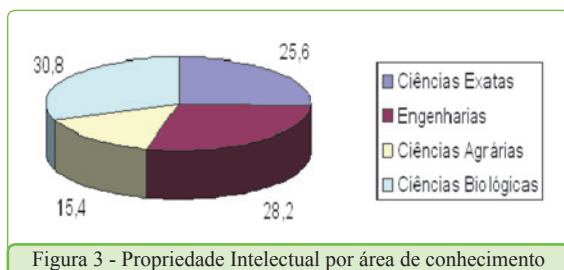



Figura 3 - Propriedade Intelectual por área de conhecimento

Desde a criação do núcleo, em meados de 2005, até dezembro de 2009, foram protocolados 346 atendimentos, atendendo ao público alvo – professores, alunos, empresas parceiras da UFU, inclusive empresas incubadas no Centro de Incubação de Atividades Empreendedoras (CIAEM), que está situada nas dependências da UFU, e inventores independentes. Os totais de atendimentos anuais encontram-se dispostos da seguinte forma: 20 atendimentos em 2005 (de julho a dezembro); 83 em 2006; 151 em 2007, 97 em 2008 e 75 em 2009.

As estratégias de promover e divulgar as ações do núcleo junto à comunidade acadêmica foram iniciadas com a realização do I Seminário sobre Propriedade Intelectual na UFU, cujo tema foi "A criação de um Núcleo de Apoio a Patentes e à Inovação na UFU", realizado em maio de 2005. A partir daí estão sendo realizados seminários anuais para discussões sobre o tema, assim como *workshops*, palestras e mini-cursos nos eventos regulares das diretorias de Pós-Graduação e de Pesquisa, bem como palestras e mini-cursos focados em públicos específicos.

A partir de 2007 foi possível montar um perfil dos usuários da Agência, conforme visto na Figura 4. Destaca-se um atendimento acentuado aos professores (31,7%) e alunos (55,8%) da UFU e uma demanda menor de atendimento às empresas incubadas (3,8%) e aos inventores independentes (7,7%). A procura dos serviços da Agência por inventores independentes vem aumentando nos últimos tempos, pois, de acordo com a Lei de Inovação, as Universidades, por meio de seus Núcleos de Inovação, podem "adotar" criações de inventores independentes que comprovem já haver depositado a patente. Nesse caso, a UFU, por intermédio da Agência, poderá apoiar o inventor na busca por parceiros da iniciativa privada interessados em adquirir a tecnologia protegida e ainda na elaboração de contratos de licenciamento. Em alguns casos, desde que haja parecer favorável da Agência, o inventor poderá receber orientação nas buscas e na elaboração dos documentos de patentes.

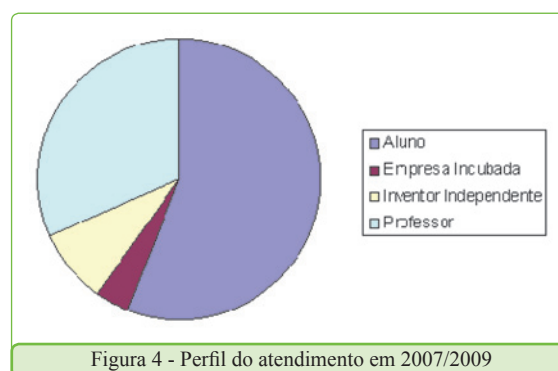
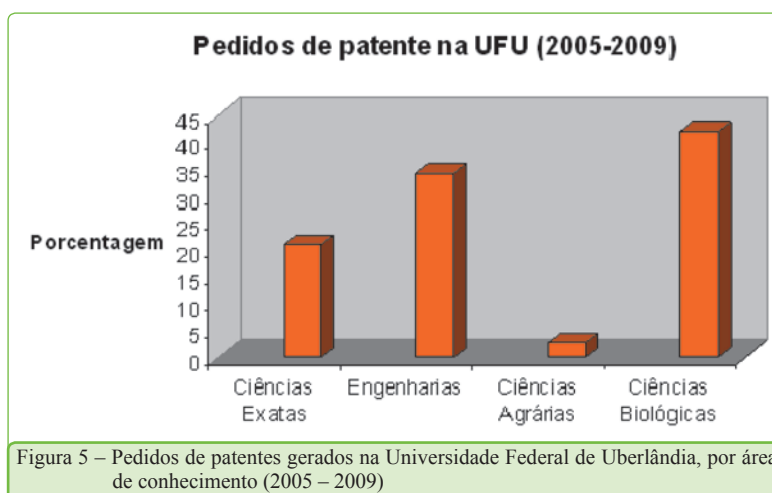



Figura 4 - Perfil do atendimento em 2007/2009

Com base nos dados relativos a pedidos de geração de patentes, verificamos que as pesquisas vinculadas à área de Ciências Biológicas destacam-se como maiores geradoras de pedidos de patentes no âmbito da UFU (42,4%), o que demonstra o seu potencial para a inovação. Em seguida, destacam-se as Engenharias (30,3%), as Ciências Exatas (24,3%) e as Ciências Agrárias (3,0%). A Figura 5, a seguir, demonstra os pedidos de patentes gerados nesta Universidade, no período de 2005 a 2009, por área de conhecimento.

Figura 5 – Pedidos de patentes gerados na Universidade Federal de Uberlândia, por área de conhecimento (2005 – 2009)

Desse modo, é possível afirmar que a UFU vem consolidando seu potencial para a inovação, já que dispõe de um número razoável de grupos que desenvolvem pesquisas com capacidade de criação de tecnologias inovadoras. A potencialidade de pesquisas que podem gerar criações tecnológicas inovadoras e o interesse dos pesquisadores em realizar projetos cooperativos com empresas demonstram um ambiente favorável à inovação, bem como o reconhecimento da necessidade de consolidar a disseminação da cultura da inovação e da propriedade intelectual nesta Universidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento econômico de um país depende de maneira crucial de sua capacidade de geração de inovações tecnológicas. Para um grande grupo de economistas a inovação tecnológica é a verdadeira força motriz do desenvolvimento. Esta inovação, no entanto, não surge de forma espontânea. Para que ela ocorra, é necessário, entre outras coisas, investir em pesquisa e desenvolvimento.

A inovação tecnológica requer a integração sinérgica entre os três principais atores do processo: o governo, as ICTs e as empresas. O papel do governo é propiciar condições favoráveis à inovação através de leis e incentivos. As Universidades, Institutos Tecnológicos e outras ICT´s atuam na formação dos recursos humanos e na geração e transferência do conhecimento. Por fim, a empresa, que deve ser o lugar onde a inovação tecnológica e o desenvolvimento acontecem de fato.

No Brasil, o principal marco regulatório para a constituição de um sistema de inovação, a Lei de Inovação, completou seis anos. Esta lei, apesar de apresentar problemas e ter algumas restrições, foi um avanço importante no sentido de estabelecer medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. Estamos apenas no início de um processo que está em curso, mas que ainda tem um longo caminho pela frente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) que, por meio da concessão de Bolsas de Gestão de Ciência e Tecnologia, possibilitou a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

CASTELLS, M. *A sociedade em rede - a era da informação*: economia, sociedade e cultura, vol. 1. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

FORTEC. FÓRUM NACIONAL DE GESTORES DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA. Relatório de Gestão – 2008/2010. Recife, Disponível em: <http://www.fortec-br.org/site/>. Acesso em: abril 2010.

RIBEIRO, R.; VELANI, H. M. M; SANTANA, E. F. Propriedade intelectual e transferência de tecnologia. *Manual básico da UFU*. (Publicação interna). Universidade Federal de Uberlândia: Uberlândia, Minas Gerais, 2006.

INSTRUMENTO DE ANÁLISE E DIAGNÓSTICO EM MÁQUINAS ROTATIVAS DE INDUÇÃO

Cesar da Costa [1]
Mauro Hugo Mathias [2]

O foco deste trabalho é o estudo e o desenvolvimento de um instrumento de análise de falhas e diagnóstico em máquinas rotativas de indução, em tempo real, pela monitoração da vibração e da corrente elétrica, de forma a se diagnosticar falhas e defeitos, por meio da associação e consulta a padrões de espectros de frequência de corrente e vibração mecânica. O analisador de vibração proposto fará a aquisição dos sinais de corrente e aceleração, cálculo dos espectros de frequência, implementação de algoritmos de análise e diagnóstico de falhas e o processamento dos dados numéricos obtidos, em processador DSP tendo como base um **hardware** ***embutido em FPGA*** **(Field Programmable Gate Array)*****. Uma ligação automática de alta integridade entre os algoritmos teóricos e a implementação física em*** **software** ***será obtida com a linguagem de descrição de*** **hardware** ***VHDL*** **(VHSIC Hardware Description Language)*****, via modernas ferramentas de conversão de*** **software*****, que leem os arquivos do*** **software** ***MATLAB/SIMULINK, convertem para o código RTL*** **(Register Transfer Level)*****, utilizando os mesmos vetores de testes, geram arquivos VHDL para síntese, compilam o projeto para carregá-lo em*** **hardware** ***e testar no FPGA o sistema completo. Esta nova metodologia de desenvolvimento de sistemas embutidos, que atualmente está sendo adotada por diversos centros de pesquisas e investigadores de diversas áreas, não gasta tempo com codificação dos algoritmos em linguagens de programação como C++, nem permite a quebra da integridade do fluxo de projeto, que dá chances a erros de inconsistência na transformação de um algoritmo teórico para sua implementação por*** **software*****. O método utilizado faz uma transformação automática e direta do programa criado no Matlab/Simulink para a linguagem de descrição de*** **hardware** ***VHDL.***

Palavras-chave: **Hardware** ***reconfigurável Diagnóstico. Vibrações. Processamento digital de sinais.***

This work focus on the study and the development of a failure analysis and diagnosis instrument in rotating machinery induction in real time by monitoring the vibration and the electrical current in order to diagnose defects by association and consultation of current frequency spectrum patterns and mechanical vibration. The vibration analyzer will acquire the current signals and its acceleration, it will calculate the frequency spectra, it will implement analysis and fault diagnosis algorithms and it will process numerical data obtained in DSP hardware based on an embedded FPGA (Field Programmable Gate Array). An automatic high-integrity connection between theoretical algorithms and physical implementation in software is achieved with hardware description language VHDL (VHSIC Hardware Description Language), via modern tools of software conversion, which read the files from the MATLAB/SIMULINK, convert the code to RTL (Register Transfer Level) using the same test vectors, generate VHDL for synthesis files, compile the project to load it into the FPGA hardware and test the complete system. This new methodology for the development of embedded systems, which is currently being adopted by several research centers and researchers from different areas, do not waste time with algorithms coding in programming languages like C++, nor allows the break of the design flow integrity, which gives chances to inconsistency errors in the transformation of a theoretical algorithm for its implementation by software. The method used in this work makes a direct and automatic processing program, created in Matlab/Simulink to hardware description language VHDL.

Keywords: Reconfigurable hardware. Diagnostic. Vibration. Digital signal processing.

1 Doutor em Engenharia Mecânica pela UNESP - Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *Campus* Cubatão. E-mail: <cost036@attglobal.net>.

2 Doutor em Engenharia Mecânica pela UNESP - Professor da UNESP – Faculdade de Engenharia, *Campus* Guaratinguetá - Doutor em Engenharia Mecânica pela UNESP. E-mail: <mathias@feg.unesp.br>.

1 INTRODUÇÃO

A manutenção preditiva pela monitoração da vibração e da corrente elétrica é uma abordagem científica, que se tornou um novo caminho no gerenciamento da manutenção industrial de máquinas rotativas de indução. Muitos métodos de monitoração têm sido propostos, por diferentes tipos de detecção e localização de falhas, como, por exemplo, análise de corrente/voltagem do eixo e análise do fluxo magnético (BRITO, 2004). Na indústria, grandes sistemas eletrômecânicos são frequentemente equipados com sensores de vibração e, mais recentemente, utilizam a monitoração da corrente do estator do motor, que pode fornecer as mesmas indicações das vibrações mecânicas sem requerer acesso ao motor (BENBOUZID, 2000).

Uma vez que todo equipamento rotativo apresenta um determinado nível de vibração, uma alteração do comportamento vibratório da máquina pode ser indício do agravamento de um defeito. Um nível de vibração elevado costuma ser consequência de desbalanceamento de rotores, desalinhamento entre equipamento acionador e acionado, deformação na estrutura do equipamento, atrito, falhas de lubrificação, desgaste e defeitos superficiais nos seus componentes (MENNA, 2007).

Toda a estrutura de um motor ou máquina rotativa de indução vibra em função dos esforços dinâmicos decorrente de seu funcionamento. A frequência de vibração é idêntica àquela dos esforços que os provocam. O sinal de vibração, tomado em algum ponto da máquina, será a soma das respostas vibratórias da estrutura às diferentes frequências dos esforços excitadores (JUNIOR, 2004).

A deterioração de uma máquina de indução pode traduzir-se por uma alteração na distribuição de frequência do sinal de vibração e/ou do sinal de corrente do estator do seu motor de indução, cuja consequência é o aumento do nível de ruído, vibração, redução do desempenho e até a degradação do funcionamento da máquina. Assim sendo, pode-se acompanhar a evolução da falha de uma máquina rotativa, a partir do monitoramento do espectro de frequência do sinal de vibração em pontos determinados do motor e pela análise da corrente elétrica absorvida pelo estator, para identificar o surgimento de novos esforços dinâmicos, que são fortes indicadores do início do surgimento de defeitos (CARDOSO et al., 2005).

O presente trabalho apresenta uma proposta de desenvolvimento de um instrumento de análise de falhas e diagnóstico de defeitos em máquinas rotativas, em tempo real, de baixo custo, baseado em tecnologia DSP, embarcada em dispositivo FPGA.

2 NATUREZA DE FALHAS EM MÁQUINAS ROTATIVAS DE INDUÇÃO

As máquinas rotativas de indução são robustas e consideradas tolerantes a falhas. O seu principal componente é o motor elétrico de indução trifásico, que é basicamente composto de um estator, de um rotor e um eixo. Neste rotor, o eixo transmite o movimento ao exterior. Para potências de até 500 CV, o rotor mais usado é o do tipo gaiola de esquilo ou *squirrel cage* no qual não existe contato elétrico entre o rotor e o estator. Embora os motores de indução sejam bem construídos e robustos, a possibilidade de falhas é inerente. A Figura 1 ilustra a estrutura interna de um motor de indução.

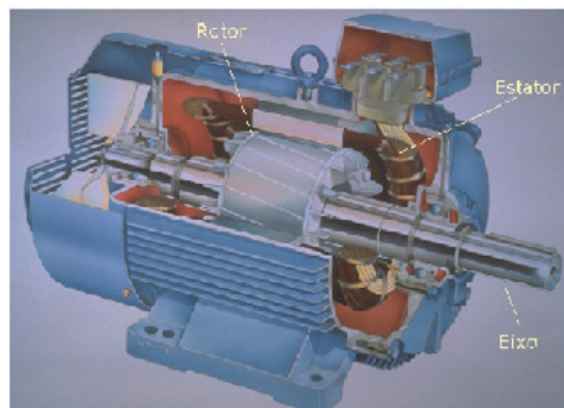



Figura 1 - Estrutura interna de um motor de indução

Uma falha não significa necessariamente o colapso total do elemento da máquina. Falhas incipientes dentro de um motor de indução geralmente afetam o seu desempenho, antes mesmo que falhas significativas ocorram. As falhas em motores de indução podem ser divididas em falhas mecânicas e falhas elétricas. As origens dessas falhas podem ser internas, externas ou conforme o ambiente de operação do motor. Na figura 2 apresenta-se a classificação das falhas em motores de indução e suas principais origens.

Obseva-se que uma falha interna pode ser classificada como mecânica ou elétrica, e a sua origem pode estar no rotor ou estator, por exemplo. Geralmente, outros tipos de falhas como rolamentos e ventilação referem-se a falhas de rotor, pois tais elementos pertencem ao conjunto das partes móveis do motor, cujo principal elemento é o rotor (AL KAZZAZ et al, 2003).

3 ANÁLISE DE FALHAS DE MOTORES POR ANÁLISE DE ESPECTRO

Vários sistemas automáticos para a análise de falhas e diagnósticos têm sido propostos em artigos e trabalhos sobre técnicas de detecção de falhas e diagnósticos em máquinas rotativas, avaliam a medição da corrente de estator e/ou a vibração mecânica como os principais dados para análise da máquina. Os métodos de análise se baseiam na coleta de dados, processamento de sinais, tratamento matemático e um algoritmo para identificação do defeito. Uma revisão sobre esse tipo de abordagem é apresentada em vários autores. (BACCARINI, 2005; BRITO et al., 2004; SADOUGHI et al., 2008; DIAS, 2006; COSTA et al., 2004; LEBAROUD et al., 2008).

O método proposto para o instrumento a ser desenvolvido nesta pesquisa é baseado na análise no domínio do tempo e na análise no domínio da frequência, a partir de sinais obtidos de um sensor de vibração mecânica, instalado na estrutura do motor da máquina e de sensores de corrente elétrica, instalados nas fases de alimentação do estator do motor. A figura 3 apresenta o diagrama esquemático do sistema de sensoreamento do instrumento proposto.

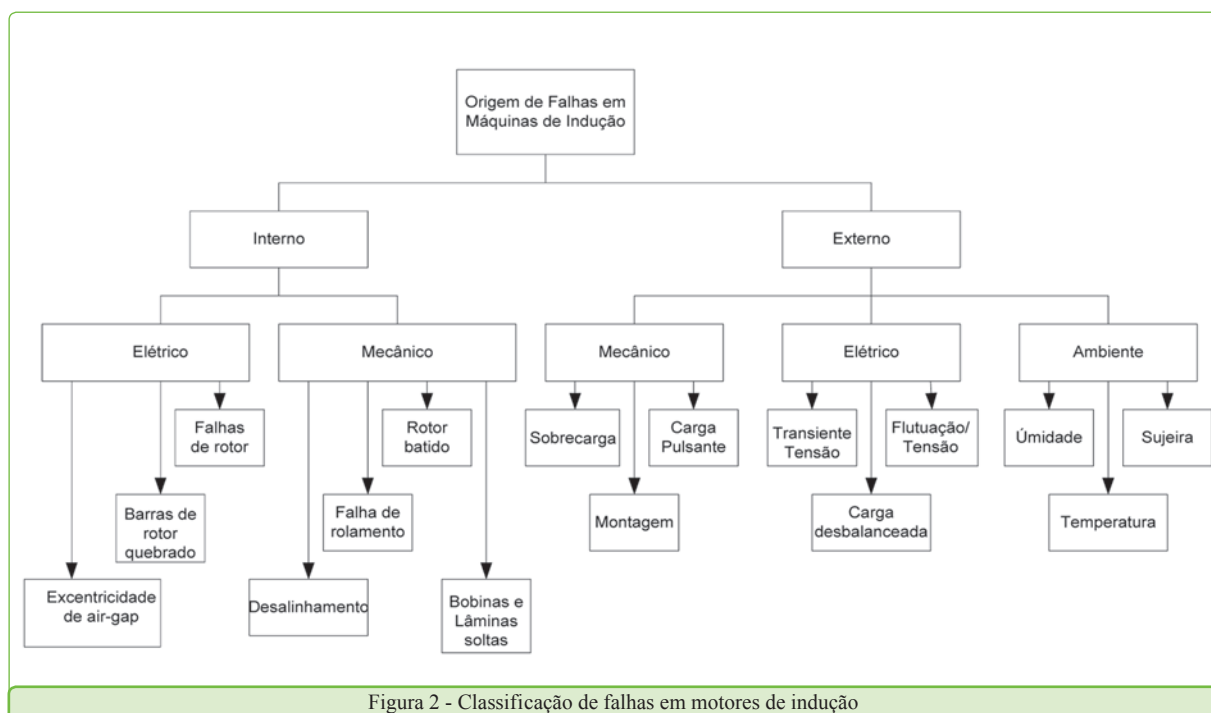
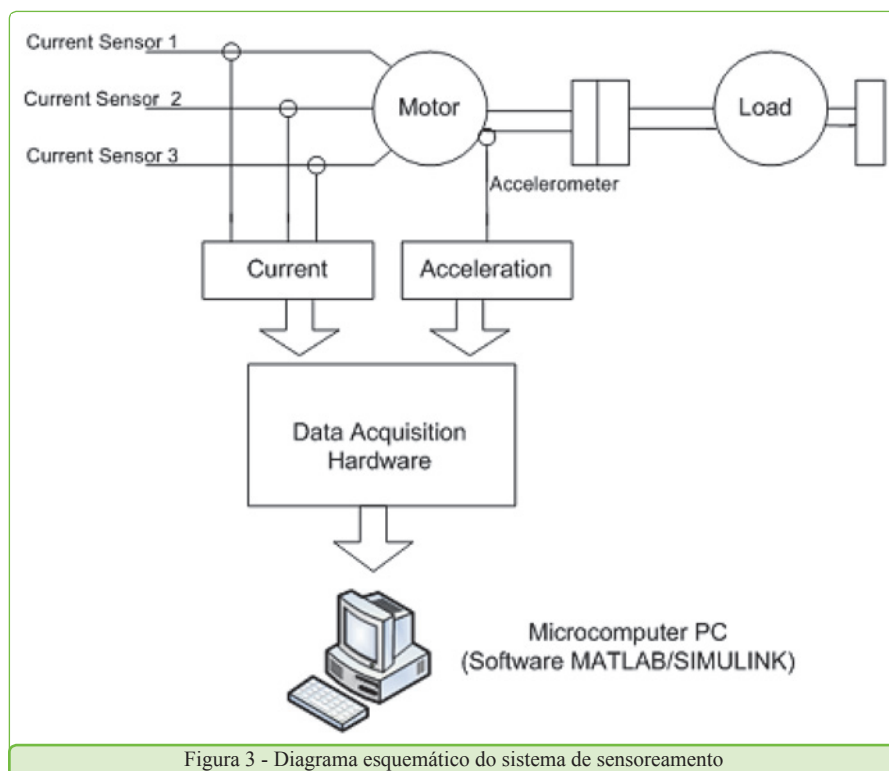



Figura 2 - Classificação de falhas em motores de indução

Figura 3 - Diagrama esquemático do sistema de sensoreamento

A análise no domínio da frequência é mais atrativa, porque fornece informações mais detalhadas sobre o estado da máquina, enquanto a análise no domínio do tempo fornece informações qualitativas sobre as condições da máquina. Um sinal de vibrações obtido de um transdutor, geralmente, é composto de três partes: vibração estacionária, vibração aleatória e ruído. Para analisar esse sinal no domínio da frequência, tradicionalmente utiliza-se a transformada rápida de Fourier (FFT). Se a vibração aleatória e o ruído são altos, informações errôneas sobre as condições da máquina serão obtidas. O ruído e a vibração aleatória podem ser separados do sinal de vibração estacionária, aplicando-se técnicas adequadas de processamento de sinais, tais como filtragem digital, média estatística, correlação e convolução (AL KAZZAZ et al., 2003). Algumas vezes a análise da vibração aleatória é importante, pois pode estar relacionada com algum tipo de falha da máquina. Portanto, é necessário observar esta parte da vibração também.

Para se ter uma interpretação adequada do sinal de vibração medido em sistemas mecânicos rotativos, é necessário o uso de métodos e técnicas DSP (*Digital Signal Processor*), que possibilitam o processamento numérico do sinal e a obtenção das características originais do sinal, de modo que se extraia a maior quantidade possível de informações de um sinal complexo de vibrações, sujeito a excitações internas e externas.

O DSP é uma técnica particular para representar um sinal analógico como uma sequência ordenada de números para posterior processamento. Algumas das principais razões para processamento de números, ao invés de sinais analógicos, incluem a eliminação ou redução da interferência indesejada, avaliação das características do sinal e transformação do sinal para produzir mais informações (AL KAZZAZ et al., 2003).

Uma das grandes vantagens da tecnologia DSP é a capacidade e a velocidade de processamento que os processadores possuem, permitindo que se obtenha rapidamente, por exemplo, o espectro de frequência de um sinal, numericamente, com o emprego de um algoritmo matemático.

Os processadores DSPs atuais apresentam desempenho cada vez maior, o que torna

possível a sua utilização no processamento da análise de falhas e diagnósticos de máquinas rotativas em tempo real. Uma alternativa disponível atualmente é uma nova categoria de *hardware* reconfigurável, que tem as suas funcionalidades definidas exclusivamente pelo usuário e não pelo fabricante denominado FPGA (*Field Programable Gate Array*). A principal característica desta alternativa é a possibilidade de executar diversos algoritmos simultaneamente em tempo real, com capacidade de processamento paralelo, de ordens de grandeza superior se comparada com a implementação desses algoritmos, utilizando microprocessadores convencionais (MAGDALENO et al., 2008).

O diagrama em bloco do instrumento a ser desenvolvido é apresentado em duas partes. Na figura 4 é apresentada a parte correspondente à aquisição, condicionamento do sinal e gerenciamento de tarefas.

Na Fig. 5 é apresentada a parte de análise de diagnóstico de falhas no domínio da frequência que será embutida em FPGA.

4 FASES DE DESENVOLVIMENTO

Na primeira fase o sistema foi implementado em microcomputador PC e placas de aquisição de dados analógicos. Um *software* foi desenvolvido no MATLAB/SIMULINK para tratamento e pré-análise dos sinais. A placa conversora de corrente de estator é composta por um sensor de corrente do tipo efeito Hall, modelo LAH 25-NP da LEM, com 0,3% de precisão e 0,2% de linearidade máxima, que converte uma amostra da corrente do estator do motor, em tensão para ser adquirida pela placa de aquisição. Na figura 6 apresenta-se uma amostra dos dados de corrente de estator representada no domínio do tempo

Figura 4 - Aquisição de dados, condicionamento do sinal e gerenciamento de tarefas

Figura 5 - Análise de falhas e diagnósticos no domínio da frequência

e da frequência de um motor de indução sem defeito. A frequência principal está em torno de 50 Hz, que é a frequência da rede em Portugal, onde o trabalho foi pesquisado.

Para a coleta de dados de vibração mecânica foi utilizado como sensor um acelerômetro MEMS (*Micro Electro-mechanical Systems*). O acelerômetro MEMS consiste em estruturas entrelaçadas que são fixas e móveis. A aceleração é detectada pela medição da capacitância da estrutura, que varia na proporção da aceleração (LACSAMANA et al., 2005). O acelerômetro utilizado neste trabalho é o ADXL322JCP da Analog Devices, de dois eixos X e Y, faixa de medição de 2g, sensibilidade de 420 mV/g, resposta de frequência de 0,5 a 5500 Hz.

O sistema de aquisição de dados é composto de uma placa multifunção DAQ, NI USB – 6251, da marca National Instruments, com resolução de 16 bits de entrada e 1,25 M amostras por segundo, para aquisição dos dados de corrente e vibrações mecânicas. Para análise de corrente elétrica utilizou-se uma taxa de aquisição de 25000 amostras por segundo, que, conforme o Teorema de Nyquist, possibilita uma medição de até 12,5 KHz. Com relação ao sistema de aquisição de vibrações mecânicas, a taxa de aquisição usada foi também de 25 KHz, que permite uma análise de frequência de até 12,5 KHz.

O instrumento está na fase inicial de projeto, os sinais obtidos pelo sistema de sensoreamento são tratados no MATLAB/SIMULINK por diferentes técnicas de processamento de sinais, que possibilitam o desenvolvimento teórico de algoritmos adequados para medição e análise das vibrações mecânicas e correntes elétricas do estator da máquina de indução. No processo de desenvolvimento, a função dessas ferramentas matemáticas é fornecer um ambiente de simulação para implementação dos algoritmos, utilizando uma linguagem apropriada que permita comparar o resultado da simulação com os valores esperados, validando os algoritmos desenvolvidos (ALTERA, 2006).

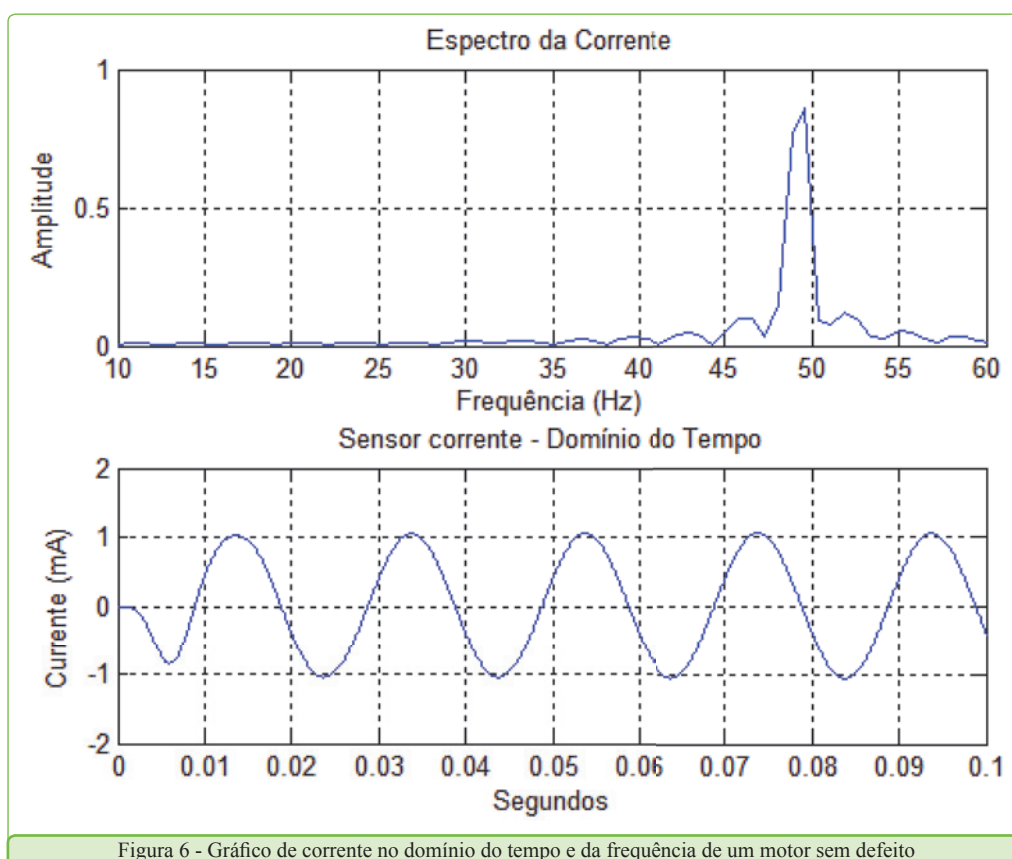



Figura 6 - Gráfico de corrente no domínio do tempo e da frequência de um motor sem defeito

O uso integrado dos *softwares* MATLAB/SIMULINK, DSP Builder e Quartus II garantem a modelagem do algoritmo matemático (DSP) de forma muito eficiente, permitindo desenvolver partes dos algoritmos em arquivos com extensão.m (*software* MATLAB), modelar no *software* SIMULINK e DSP Builder (arquivos.mdl), simulá-lo e depois integrá-lo em um sistema completo no *software* Quartus II, e configurá-lo no dispositivo FPGA (BARLAS et al., 2010).

Uma ligação automática de alta confiabilidade entre o projeto teórico e a implementação em *software* é essencial e pode ser conseguida com VHDL, via modernas ferramentas de *software* de conversão, como por exemplo a denominada DSP Builder da empresa Altera. O DSP Builder lê os arquivos com extensão.mdl do SIMULINK, converte para o código RTL, utilizando os mesmos vetores de teste do SIMULINK, gera arquivos VHDL para síntese, compila o projeto para carregá-lo em *hardware* e testar no FPGA o sistema completo (ALTERA, 2009). Na figura. 7 apresenta-se o gráfico do sinal de vibração representado no domínio do tempo e da frequência de um motor com defeito.

Primariamente, o trabalho está sendo concentrado na análise do MATLAB/SIMULINK para simulação dos algoritmos desenvolvidos. O maior problema que ocorre, frequentemente, em desenvolvimentos deste tipo é como passar o projeto de algoritmos teóricos para sua implementação física. O comportamento do sistema está sendo refinado e otimizado para ser convertido automaticamente em VHDL e transferido para o FPGA. A figura 8 apresenta a estrutura de testes montada para simulação de falhas, em motores elétricos trifásicos de indução, utilizada para testes no laboratório do IST (Instituto de Telecomunicações), da Universidade Técnica de Lisboa.

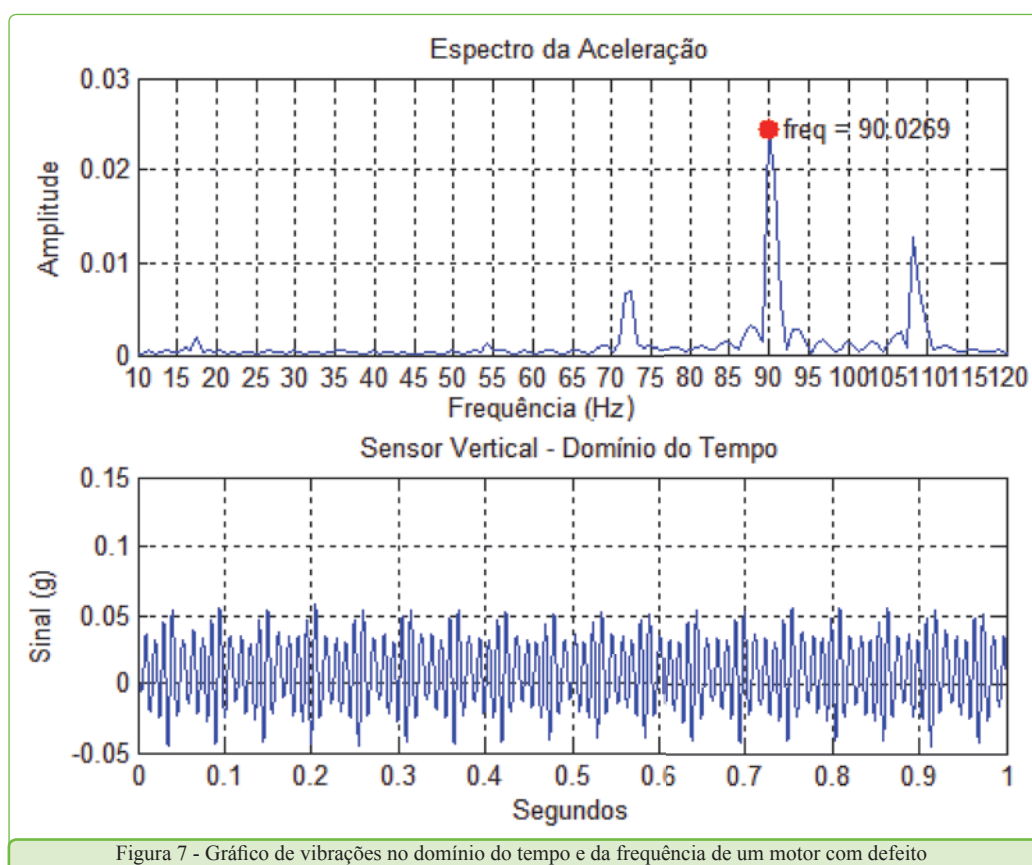



Figura 7 - Gráfico de vibrações no domínio do tempo e da frequência de um motor com defeito

Figura 8 - Estrutura de teste montada para simulação de falhas em motores

5 RESULTADOS ESPERADOS

Uma vez obtido um conjunto de informações a partir da coleta de dados de vibração mecânica e corrente elétrica em amostras selecionadas com defeitos de barras de rotor quebradas, falhas de mancais de rolamentos, desbalanceamento, desalinhamento, folgas de eixo, engrenagens quebradas, sobrecarga, etc, serão implementados em *software* MATLAB os algoritmos correspondentes para análise de falhas e diagnósticos. A ideia básica é avaliar, testar e otimizar os algoritmos teóricos, simulá-los no SIMULINK e convertê-los automaticamente em VHDL, para implementação física embutida em FPGA.

Um banco de dados deve ser criado embutido no *hardware* FPGA, contendo dados que estabeleçam, ao longo do tempo, uma lista com correlações entre espectros de frequências e características modificadoras de vibração/corrente e os prováveis defeitos que as provocam.

6 CONCLUSÕES

O estágio inicial da descrição comportamental do instrumento de análise de falhas e diagnóstico de máquinas rotativas de indução em tempo real foi apresentado. Tradicionalmente os instrumentos utilizados para avaliação de padrões de defeitos, em máquinas rotativas de indução, basicamente são constituídos de coletores de dados, para posterior análise em aplicações de sistemas especialistas, em microcomputador PC, desenvolvidas para casos específicos e poucos flexíveis. A proposta desse trabalho de implementação de um instrumento analisador de falhas e diagnóstico embutido em FPGA, com funcionalidades e diferenciais, na prática diária da manutenção de máquinas rotativas de indução, cuja aplicação não necessita de nenhum especialista em vibrações mecânicas, permitirá um ganho considerável em tempo e custos de manutenção, possibilitando, em tempo real, a detecção do defeito, o estabelecimento de um diagnóstico e a análise da tendência de falhas. Diversos testes serão realizados em motores trifásicos de indução em laboratório e

em plantas industriais para validarem a eficiência da metodologia utilizada.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho está sendo realizado com o apoio da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Brasil, que proporcionou o estabelecimento de um convênio entre a Universidade Estadual Paulista (UNESP), *campus* de Guaratinguetá, e o Instituto de Telecomunicações do IST da Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, por meio do PDEE, estágio de doutorando.

REFERÊNCIAS

AL KAZZAZ, S. A. S.; SINGH, G. K. Experimental investigations on induction machine condition monitoring and fault diagnosis using digital signal processing techniques. ELSEVIER. *Electric Power Systems Research*, n. 65, p. 197-221, 2003.

ALTERA Corp. *DSP design flow*: user guide, 2009.

ALTERA Corp. *Implementation sistems DSP in FPGA*, 2006.

BACCARINI, L. M. R. *Detecção e diagnóstico de falhas em motores de indução*. Tese (Doutorado). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

BARLAS, T.; MOALLEM, M. Developing FPGA-based embedded controllers using Matlab/Simulink. In: SILVESTRE-BLANES, J. (ed.) *Tech*, chapter 27, pp. 543-556, Book Factory Automation, 2010.

BENBOUZID, M. E. H. A Review of induction motors signature analysis as a medium for faults detection. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 47, n. 5, p. 984-993, october 2000.

BRITO, J. N.; FILHO P. C. M. L. Detecção de falhas em motores elétricos através da análise de corrente e análise de fluxo magnético. *X Seminário Brasileiro de Manutenção Preditiva e Inspeção de Equipamentos*, Abraman, Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

CARDOSO, A. J. M.; SILVA, J. L. H. Bearing failures diagnosis in three-phase induction motors by extended park´s vector approach. *Industrial Electronics Society*, 31st Annual Conference of IEEE, IECON, november, 2005.

COSTA, F. F et. al. Improving the signal data acquisition in condition monitoring of electrical machines. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 53, p. 1015-1019, n. 4, august 2004.

DIAS, C. G. *Proposta de um novo método para detecção de barras rompidas em motores de indução com rotor de gaiola*. Tese (Doutorado). São Paulo: Universidade Politécnica de São Paulo, 2006.

JUNIOR, A. A. *Manutenção preditiva usando análise de vibrações*. São Paulo: Manoele, 2004.

LACSAMANA, E. S. et. al. Very thin packaging of capped MEMS. *Electronic Packaging Technology Conference*, vol. 1, p. 98 – 102, 2005.

LEBAROUD, A.; CLERC, G. Diagnosis of induction motor faults using instantaneous frequency signature analysis. *IEEE Proceedings of the 2008 International Conference on Electrical Machines, ICEM*, p. 1-5, september 2008.

MAGDALENO, J. J. R et. al. FPGA: implementation of a novel algorithm for on-line bar breakage detection on induction motors. *IEEE International and Measurement Technology Conference, IMTC*, p. 720-725, Canadá, 2008.

SADOUGHI, A. et. al. Intelligent diagnosis of broken bars in induction motors based on new features in vibration spectrum. *Journal of Power Electronics*, vol. 8, n. 3, p. 228-238, 2008.

ESTUDO DE CASO DO PROCESSO DE CRIMPAGEM EM TERMINAIS ELETROMECÂNICOS

Gabriel Etlinger [1]
Claudia Schmidt Moura [2]
Rodrigo Canavezzi dos Santos [3]
Pedro Lucas Moreira de Oliveira [4]
José Orlando Balastrero Junior [5]
Écio Naves Duarte [6]

Apresenta-se no presente trabalho uma análise qualitativa de um processo de crimpagem em um terminal eletro-mecânico. Tal análise é realizada através do método dos elementos finitos com simulações feitas através do* software *Stampack. Foram efetuados testes para o ajuste do modelo matemático numérico com valores da prensa real, bem como para comprovar e testar resultados obtidos nas simulações numéricas para a crimpagem ideal, em face dos mesmos resultados experimentais. Com base nas simulações realizadas, pôde-se concluir que a redução do coeficiente de atrito apresentou-se como uma possível estratégia para se obter uma crimpagem mais próxima da ideal, no caso específico estudado.

Palavras-chave: Conformação mecânica. Crimpagem de terminais eletromecânicos. Elementos finitos

It is presented in this paper a qualitative analysis of a crimping process employed in a electro-mechanical terminal. This analysis is performed using finite element method which simulations are carried out by the software Stampack. Tests were performed to adjust the mathematical model with numerical values of a real press, as well as to demonstrate and test results obtained in numerical simulations for the ideal crimping, given the same experimental results. Based upon simulations, we concluded that the reduction of friction coefficient was presented as a possible strategy to get closer to an ideal crimp in the specific case studied.

Keywords: Sheet mettal forming. Crimping. Finite Element Method.

1 INTRODUÇÃO

A crimpagem de terminais eletromecânicos é um ramo da mecânica que envolve diversas teorias sobre conformação mecânica. Neste processo, está envolvida uma diversidade de ferramentas de grande complexidade. Tal processo gera um beneficio na agilidade e na qualidade das conexões de uma forma impressionante. Este ramo da mecânica está em constante crescimento e vem sendo cada vez mais utilizado nas indústrias.

1 Aluno do curso de Tecnologia em Eletrônica Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: <gabrieletllinger@hotmail.com>.
2 Técnico em Automação de Processos Industriais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: <claudiaschmidt2007@hotmail.com>.
3 Técnico em Automação de Processos Industriais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: <raito_d_n@hotmail.com>.
4 Técnico em Automação de Processos Industriais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: <pedro_lmo@hotmail.com>.
5 Mestre em Engenharia Mecânica pela UNITAU - Universidade de Taubaté - Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: <orlando.balas@yahoo.com.br>.
6 Doutor em Engenharia Mecânica pela UFU – Universidade Federal de Uberlândia - Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: <ecio@ifsp.edu.br>.

Uma das características que desperta um interesse grande na comunidade cientifica sobre o processo de crimpagem é que este tema pode claramente ser considerado como multidisciplinar.

Os princípios dos processos de conformação mecânica regem todos os parâmetros envolvidos no processo específico de crimpagem e, dentro deste âmbito de trabalho, um dos métodos que está se destacando nas análises e estudos relacionados com este processo é a realização de simulações através de *softwares* que utilizam o método dos elementos finitos. Este tipo de análise, segundo Alves (2003), em seu trabalho sobre simulações numéricas na estampagem de chapas metálicas, é apenas uma das vertentes do método de análise virtual ou produção virtual e este método traz consigo diversos benefícios devido à redução de ciclos de tentativa-erro (experimentação laboratorial). Portanto, segundo Oliveira, em seu trabalho de simulações numéricas em processos de conformação mecânica, as simulações numéricas podem ser consideradas excelentes ferramentas para as indústrias que utilizam conformação mecânica ou que produzem ferramentas para estes processos, pois estas simulações geram uma redução de custos e uma economia no tempo de projeto.

De acordo com Duarte (2007), em sua tese de doutorado, foi possível constatar que a medida dos desvios absolutos com respeito aos dados experimentais foi de 6% e que, para os casos estudados, a discrepância máxima foi menor ou igual a 11%. No mesmo estudo, a média dos desvios absolutos foi de 5% e, para os casos estudados, o desvio máximo nunca foi superior a 7%. Ou seja, além de gerar diversos benefícios, o trabalho pode ser considerado de boa precisão e possui um elevado grau de confiabilidade.

Em seu processo de fabricação, o "blank" do terminal sofre uma deformação em sua crimpagem que pode fazer com que o cabo não se fixe ou que a conexão não seja efetuada adequadamente. Este fenômeno gera uma perda parcial ou total da condutividade deste terminal, o que pode ocasionar um sério problema na sua funcionalidade.

O método mais utilizado na resolução destas imperfeições é o de "tentativa e erro" (*try outs*), método esse que, além de ser demorado, pode gerar gastos altos na fabricação de módulos ou até ferramentas completas para a crimpagem dos terminais.

Neste trabalho foi desenvolvida uma análise qualitativa de um caso de crimpagem de terminais eletromecânicos, a qual possibilitou a percepção da influência do coeficiente de atrito envolvido no processo. Esta análise foi realizada por meio do *software* Stampack, que, através do método dos elementos finitos, simula o fenômeno real em um modelo matemático caracterizado com as propriedades do problema real analisado, o mais proximamente possível. Ou seja, este trabalho visa realizar uma simulação numérica do processo de crimpagem de um terminal eletromecânico do caso especifico estudado, de forma a tentar estabelecer a proporção de algumas variáveis que proporcionem uma crimpagem mais próxima da ideal. Através de algumas simulações, foi possível observar que o coeficiente de atrito envolvido no processo pode ser considerado uma possível estratégia de solução para o problema encontrado no caso analisado.

2 CRIMPAGEM

Crimpagem é um processo que possui uma vasta área de aplicação e consiste no ato de juntar dois pedaços de metal ou outro material, através da deformação de um ou ambos, de modo que os pedaços se fixem um ao outro. Uma área de grande aplicação e que é objeto desta pesquisa é a utilização da crimpagem na área de conectores eletromecânicos. Este processo é muito utilizado, pois proporciona um grande ganho na qualidade da conexão e uma economia considerável no processo de fabricação, bem como no tempo gasto para efetuar as conexões elétricas desejadas. Como um bom exemplo do uso de conectores, pode-se citar um automóvel, no qual existem diversos conectores por possibilitarem uma melhor qualidade de funcionamento,

além de proporcionar uma diminuição no tempo gasto na montagem do veículo e uma praticidade na manutenção.

É importante obter conhecimento sobre os tipos de esforços, pois os tipos de esforços e suas propriedades mecânicas são os princípios que regem quase que preponderantemente os processos de crimpagem, de uma forma geral. A figura 1 mostra os principais tipos de esforços mecânicos.

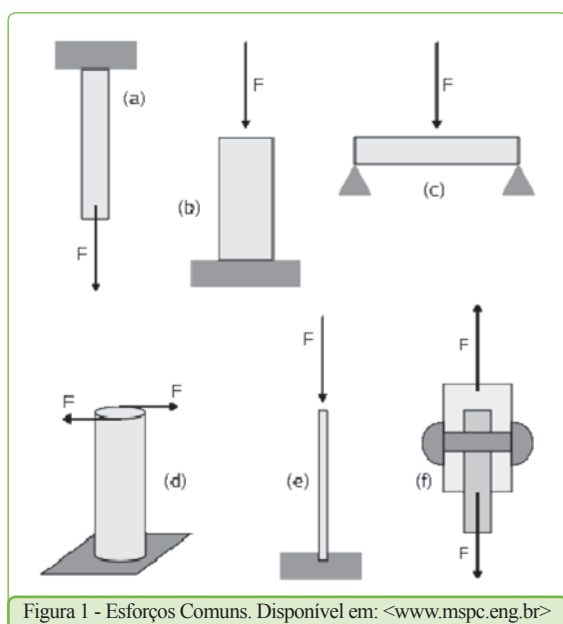



Figura 1 - Esforços Comuns. Disponível em: <www.mspc.eng.br>

(a) Tração: caracteriza-se pela tendência de alongamento do elemento na direção da força atuante e da aplicação da carga no sentido dirigido para o exterior da peça.

(b) Compressão: a tendência é uma redução do elemento na direção da força de compressão e da aplicação da carga no sentido dirigido para o interior da peça.

(c) Flexão: ocorre uma deformação na direção perpendicular à da força atuante.

(d) Torção: forças atuam em um plano perpendicular ao eixo e cada seção transversal tende a girar em relação às demais.

(e) Flambagem: é um esforço de compressão em uma barra de seção transversal pequena em relação ao comprimento, que tende a produzir uma curvatura na barra.

(f) Cisalhamento: forças atuantes tendem a produzir um efeito de corte, isto é, um deslocamento linear entre seções transversais.

As características das aplicações destes tipos de esforços e a realização de ensaios mecânicos proporcionam a compreensão das propriedades mecânicas dos processos de aplicação dos esforços mencionados sobre materiais definidos. Desta forma, é possível compreender e realizar o processo de crimpagem com um razoável nível de controle por intermédio do conhecimento das deformações geradas, oriundas dos esforços aplicados. Ao mesmo tempo, ao se obter uma caracterização confiável do material utilizado, o processo de crimpagem pode ser realizado com melhor grau de confiabilidade.

Através da manipulação e do controle das variáveis envolvidas no processo de crimpagem do terminal, busca-se efetuar uma conformação o mais equivalente possível à da figura 2.

Figura 2 - Ilustração de uma crimpagem correta

No processo real de crimpagem é extremamente difícil executar uma crimpagem ideal, pois, além de existirem diversos aspectos que influenciam no processo de crimpagem, tais aspectos são de total complexidade e de difícil controle. Diante desta dificuldade, os métodos de análise virtuais apresentam uma grande vantagem, pois qualquer variável envolvida pode ser dimensionada com as magnitudes desejadas. A figura 3 mostra as consequências geradas na conformação do terminal com um ajuste inadequado das variáveis.

Figura 3 - Ilustração de uma crimpagem incorreta

3 ELEMENTOS FINITOS

Uma forma simples de se descrever o método dos elementos finitos é separando-o em três partes. Na primeira etapa, a do pré-processamento, deve-se definir a malha da estrutura analisada, contendo, dentro desta, os contornos da geometria, as posições nodais e todas as características e propriedades da estrutura analisada. Esta escolha deve ser bem efetuada, pois a determinação da malha compromete a qualidade da análise através do método dos elementos finitos. Paralelamente à escolha dos elementos da malha, é necessário que se conheçam as consequências das hipóteses inerentes ao tipo de elemento escolhido. Segundo Duarte (2007), a compreensão dos tipos de elementos a serem usados requer certa experiência oriunda do trato com tal tipo de problema. Na segunda etapa, a do processamento, os cálculos são efetivamente realizados. Aqui, não é necessário fornecer muitos dados ao *software*, pois o código em elementos finitos, ao mesmo tempo em que efetua os cálculos, permite em três fases distintas do processamento a realização de uma checagem dos dados obtidos. Tais fases são estas: antes da análise e durante a geração da malha; durante a análise, apresentando-se como erro fatal ou avisos, e na pós-análise, em que as checagens são efetuadas após a conclusão da análise. A terceira etapa do processo de análise denomina-se etapa de pós-processamento. Esta etapa consiste na validação ou na comprovação dos resultados obtidos, por meio de uma confrontação dos resultados simulados com dados experimentais. Nesta fase é que se consome mais tempo de análise, pois os resultados obtidos podem ser apresentados de diversas formas e cabe ao analista realizar as adequações para obter os dados de uma forma mais compreensível possível, facilitando assim a validação do modelo proposto.

Outro aspecto de extrema importância no emprego do método dos elementos finitos é a determinação do tipo de solução usada, o qual pode ser: a “solução implícita” ou a “solução explícita”. Nesta última se enquadra o código utilizado neste estudo, devido a sua maior proximidade em relação à solução real, no que tange ao histórico dos defeitos de conformação de chapas, no pós-processamento. Outro ponto importante para a escolha deste tipo de solução é a requisição de menos memória por passo de cálculo, já que esta solução está associada a um tempo crítico. Neste tipo de solução, determina-se uma condição de instabilidade para os cálculos realizados quando o intervalo de tempo não é suficientemente pequeno, porém, segundo Duarte, isto não compromete o resultado, pois a estabilidade da integração é garantida através da condição de que o incremento não exceda um determinado valor crítico, valor este que pode ser estimado.

O tipo de elemento usado nesta pesquisa foi o BST, o qual foi desenvolvido, de acordo com Oñate (1997), a partir da combinação dos elementos BPT e CST. Esta formulação foi escolhida para este elemento por apresentar uma facilidade de programação, pois somente as massas de translação associadas a cada nó são consideradas na matriz de massa concentrada. Entretanto, como principal característica, esta nova formulação de lâmina delgada apresenta a possibilidade de representação dos efeitos acoplados de membrana e de flexão de placas considerando somente três graus de liberdade de translação por cada nó.

4 METODOLOGIA

Na presente pesquisa, uma análise do processo de crimpagem de um caso específico de terminal eletromecânico foi estudada. Para analisar este processo foi empregado um método de pesquisa no qual foram utilizados dados experimentais reais para efetuar-se o ajuste do modelo numérico gerado. Depois de cumpridas todas as exigências de ajuste e de calibração do modelo numérico, simulações foram efetuadas a partir do *software* Stampack, de maneira a se levantar a base de dados que seria utilizada.

Para desenvolver a simulação com efetividade e mais próximo do real possível, é necessário passar ao *software* a geometria e os parâmetros do produto o mais detalhados possível. Desde a importação ou o desenvolvimento da geometria do problema, até a geração da malha em elementos finitos, existem inúmeros detalhes para que a simulação fique o mais próximo do problema real. A figura 4 mostra uma malha gerada no ambiente do *software*.

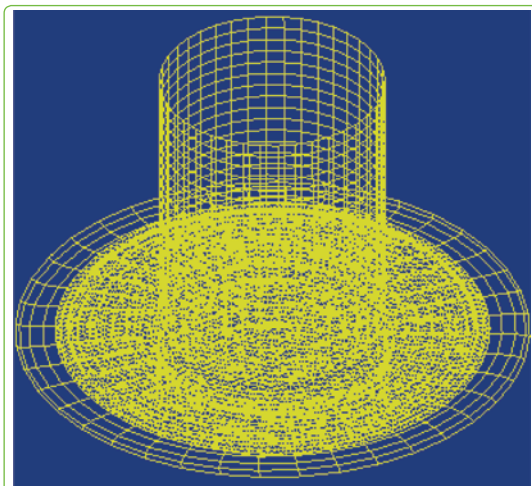



Figura 4 - Malha gerada pelo *software* Stampack

Visto que o tema central desta pesquisa esteve diretamente ligado ao *software* de Simulação em Elementos Finitos, para os processos de conformação mecânica, se fez necessário estabelecer um plano de estudo com uma revisão bibliográfica de todos os processos e etapas dos processos de conformação mais convencionais, em que se estudaram os processos de forjamento, laminação, extrusão, trefilação, estampagem, estampagem profunda, resistência dos materiais e todas as propriedades e etapas envolvidas nos processos analisados, tendo em vista os efeitos causados nos materiais para melhor espelhar o modelo matemático, otimizando assim a capacidade do *software*.

Após completar os estudos necessários para obter os conhecimentos e parâmetros que estariam envolvidos no processo da simulação da estampagem e crimpagem, começou-se a utilizar o Stampack para possibilitar o início das simulações. Com auxílio dos tutoriais em forma de exercícios anexados ao *software*, a compreensão das ferramentas e do ambiente de trabalho do *software* foi bastante orientada e facilitou o primeiro contato com o programa no decorrer do processo de simulação.

Dado início aos estudos dos tutoriais do Stampack, foram abordados os conceitos básicos, como criação de linhas, geração de superfícies e volumes, desenvolvimento de malhas, importação e exportação de arquivos de geometrias, reparação de geometrias, entre outras ferramentas disponíveis no *software*. No decorrer do estudo do Stampack, três simulações foram realizadas com auxílio deste tutorial.

Assim que o modelo numérico foi ajustado, o problema, tema desta pesquisa, começou a ser estudado. Porém, ainda que, no processo real de crimpagem do terminal referido, a prensa efetuasse cinco conformações por batida, simulou-se numericamente apenas uma crimpagem, de tal modo que não se comprometesse a análise do processo. Dessa forma, foi realizada a individualização das crimpagens para simplificar e agilizar as simulações e facilitar as análises. Após esta simplificação do processo, foram efetuadas simulações com o terminal analisado. Nas primeiras simulações, não se apresentaram resultados satisfatórios. Porém, no decorrer das simulações, algumas propriedades geométricas foram reparadas e algumas variáveis envolvidas no processo

foram alteradas. Pôde-se observar nesta etapa que a variação do coeficiente de atrito do fenômeno simulado gerava uma grande alteração na forma final do terminal crimpado. A partir do resultado obtido, buscou-se um aperfeiçoamento do processo mediante a alteração do coeficiente de atrito da crimpagem.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O problema apresentado é referente ao processo de crimpagem de um terminal específico no qual a conformação da região ilustrada na figura 5 ocasiona um problema na efetividade da conexão e da condutividade do terminal. O conector é estampado no material STOL 78 (uma liga constituída de 99% Cu, 0,9% de Mg e 0,1% de impurezas) para fios elétricos flexíveis. Estes terminais são utilizados na caixa de fusíveis dos automóveis. A figura 3 mostra melhor a vista do conector e a região que sofrerá a deformação. Esta região possui comprimento de 4,3 mm e raio de 1,15 mm. A distância entre A e B é de 3,5 mm e a espessura é de 0,35 mm.

Ao realizar a crimpagem do terminal exposto, a região destacada apresenta um aumento no seu comprimento, isso ocasiona uma conexão insatisfatória e uma má fixação do fio elétrico flexível ao terminal. A figura 6 mostra as ferramentas envolvidas no processo completo de crimpagem.

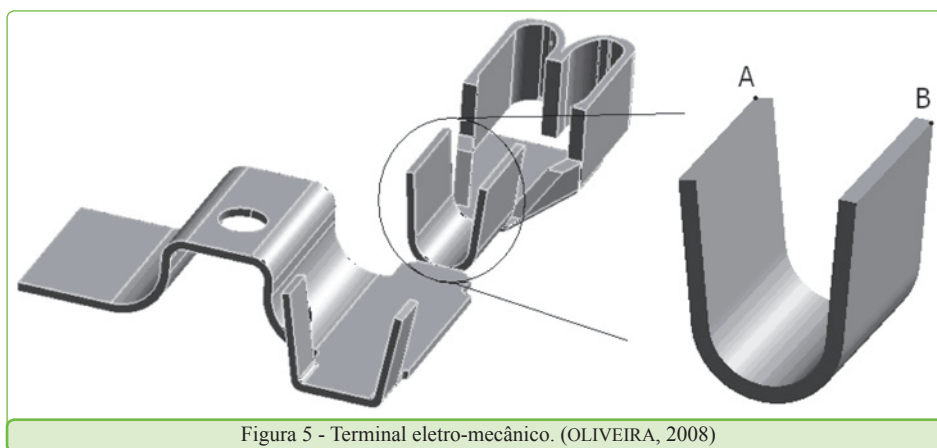



Figura 5 - Terminal eletro-mecânico. (OLIVEIRA, 2008)

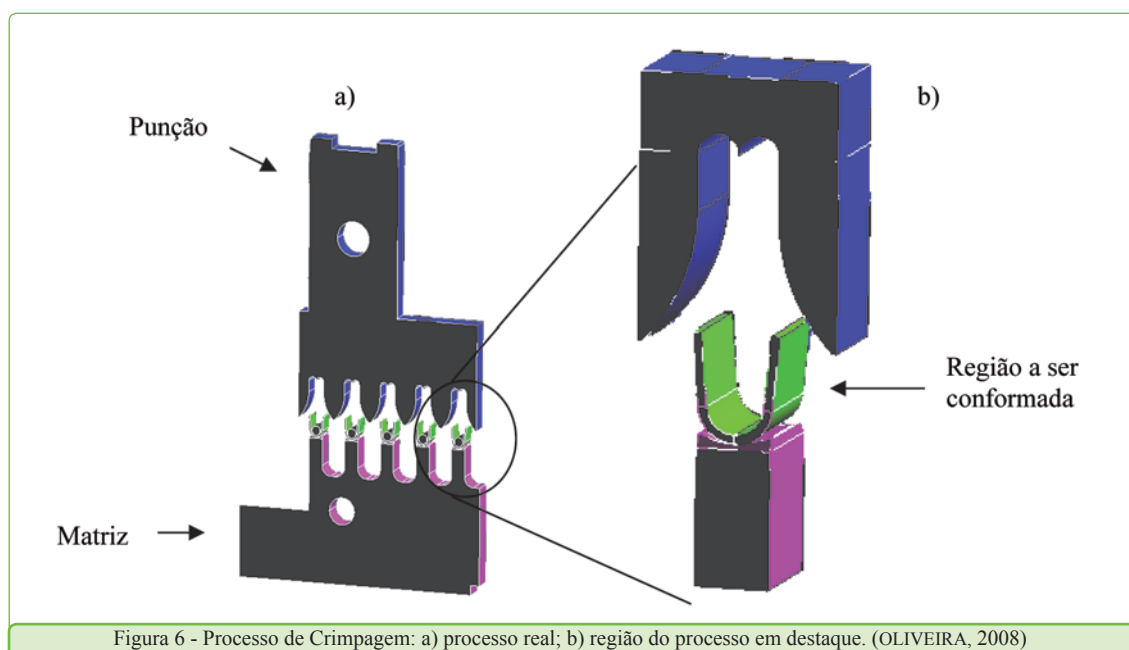



Figura 6 - Processo de Crimpagem: a) processo real; b) região do processo em destaque. (OLIVEIRA, 2008)

Após a preparação e reparação da geometria importada e da especificação do material no *software*, as condições necessárias para a realização das simulações foram supridas.

Nos primeiros casos simulados, o material do conector foi definido para uma liga de alumínio, que, no Stampack, denomina-se AA3003-H14, apresentando os seguintes teores percentuais médios, segundo ANSI, nos seguintes intervalos: Al 96,7 - 99,0%, Cu 0,050 – 0,020%, Fe < 0,70%, Si < 0,60%, Zn < 0,10%, Mn 1,00 – 1,50%.

Para o curso da prensa, foi adotado valor de 9.13mm similar ao valor real. Consideraram-se também dois casos. No primeiro, o fio metálico é considerado uma matriz rígida, sem sofrer deformações e, no segundo, é como um "blank", sendo deformado juntamente com o material do terminal.

Ambas as simulações falharam, a figura 7.a ilustra os primeiros resultados obtidos. Observa-se que a crimpagem não ocorreu e que também não houve deformação no seu comprimento, não se configurando, desta forma, em uma solução válida.

Além de não apresentar os resultados desejados, a crimpagem inadequada, ilustrada na figura 7.a, pode acarretar uma serie de problemas no desempenho satisfatório do conector, tais como isolação não fixada, contato insuficiente entre o fio condutor e a superfície do terminal, baixo valor de força de extração, aquecimento devido à resistência gerada pelo mau contato. Na figura 8 observam-se os defeitos mais comuns em crimpagens de terminais.

Figura 8 - Crimpagem, de condutor com isolamento, efetuada de forma incorreta

Após analisar os primeiros resultados obtidos, alterou-se a geometria da prensa, foi reajustada a posição do conector no eixo z do plano cartesiano, e, por fim, foi corrigida a malha do conector. Fez-se necessária também a remoção do fio rígido do processo devido a interferências ocasionadas pela falta de informações sobre as propriedades mecânicas do material que constitui o fio. Isto gerou uma grande melhora na simulação, mas o terminal ainda não apresentava a deformação estimada para o seu comprimento, conforme a figura 7.b.

Após o resultado obtido apresentar as características desejadas na calibração do modelo matemático, passou-se a utilizar o material real do conector, o STOL78, pois o material utilizado para os ajustes no modelo foi a liga de alumínio "AA3003-H14". Para poder criar o material STOL78 no banco

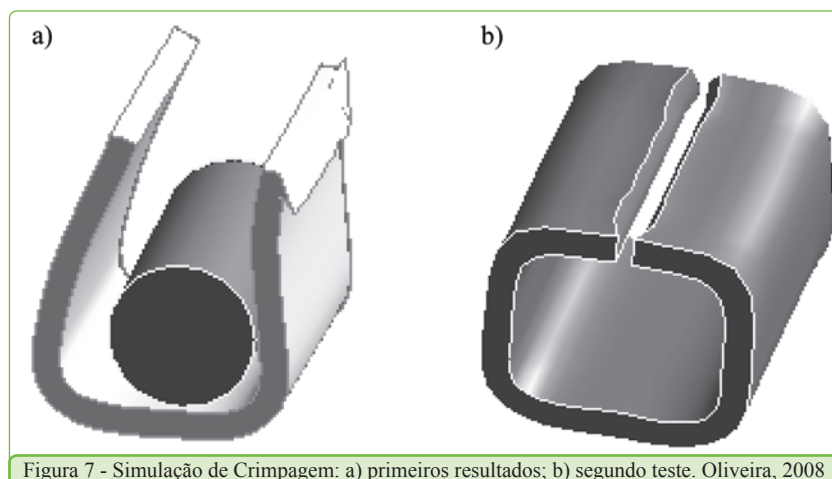
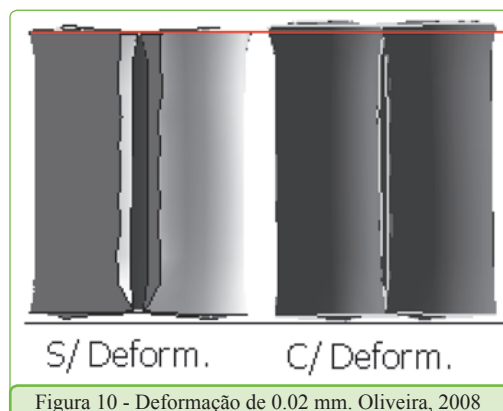



Figura 7 - Simulação de Crimpagem: a) primeiros resultados; b) segundo teste. Oliveira, 2008

de dados do Stampack, utilizou-se como referência um artigo de Piet van Dijk (2006).

Através do artigo mencionado, o STOL78 foi caracterizado no ambiente de trabalho do *software* Stampack. Utilizou-se módulo de Young de 130 GPa (centro e trinta giga pascal), coeficiente de Poisson de 0,33 (trinta e três centésimos), densidade 8700 kg/m³ (oito mil e setecentos quilogramas por metro cúbico), limite elástico convencional de 534 MPa (quinhentos e trinta e quatro mega pascal) e, por fim, anisotropia de Ro igual a 0,982, R45 igual a 1,053 e R90 igual a 1,201, conforme figura 9.

Com a simulação da crimpagem, na qual foi analisada envolvendo todos os parâmetros e propriedades mecânicas reais, obteve-se uma pequena deformação no seu comprimento, de 4,31mm (quarto milímetros e trinta e um décimos) para 4,33mm (quatro milímetros e trinta e três décimos). Ou seja, ao se simular o processo de crimpagem, utilizando-se de todos os parâmetros mais próximos do real possíveis, chegou-se a um resultado bem próximo ao estimado. A linha horizontal superior, observada na figura 10, mostra melhor a deformação de um caso para o outro.

Figura 10 - Deformação de 0.02 mm. Oliveira, 2008

6 CONCLUSÕES

Através do estudo dos processos de conformação mecânica, pode-se compreender, de uma forma mais aprofundada, a influência dos parâmetros do processo de conformação e das propriedades dos materiais aplicados. Estes entendimentos foram essenciais

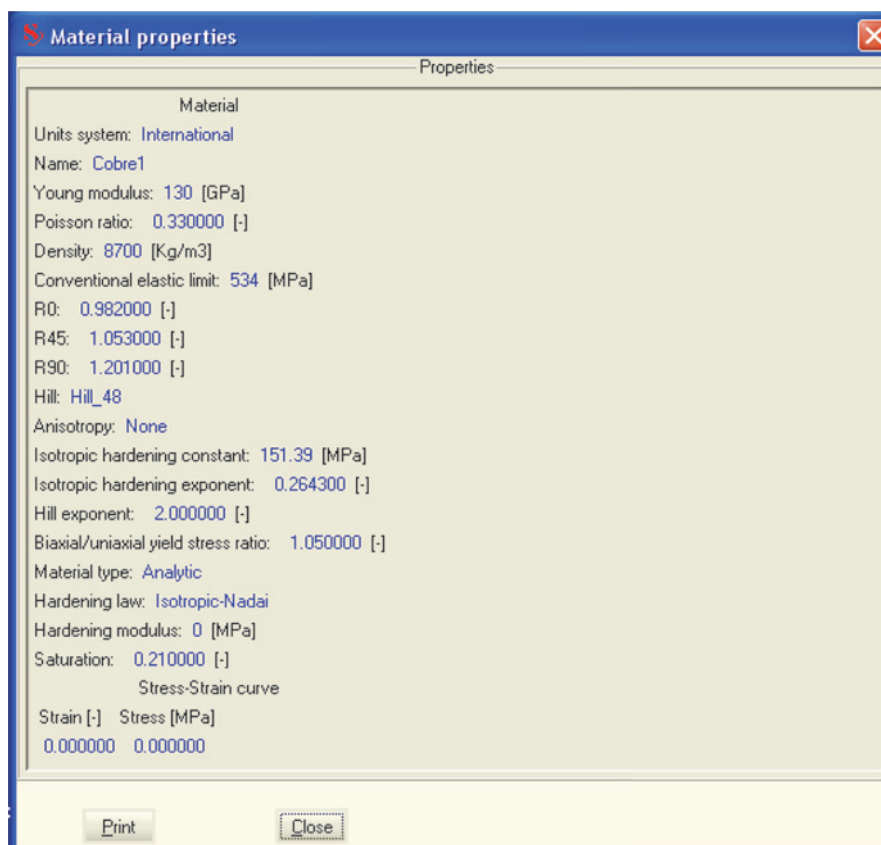



Figura 9 - Caracterização do material STOL78. Oliveira, 2008

no estudo do processo de crimpagem de terminais eletromecânicos e para a utilização do *software* Stampack, além do estudo sobre o método dos elementos finitos, método este que é utilizado no *software* trabalhado.

Após a realização de várias simulações e de muitas análises com os dados obtidos, foi notável a segurança das informações proporcionada pela confiabilidade do *software*, quando comparadas com os dados experimentais disponíveis. Neste âmbito, foram estabelecidas diversas magnitudes para o coeficiente de atrito do processo e, através dessas modificações, pôde-se notar que o fenômeno é muito sensível a este parâmetro. Porém, esta variável é de difícil controle no processo real de crimpagem.

Pôde-se observar que o *software* Stampack proporciona resultados precisos e que pode vir a ser utilizado nos processos de análise e de desenvolvimento de laudos e de diversas caracterizações técnicas sobre produtos com um custo de tempo inferior aos métodos de *try-outs*. Ou seja, foram desenvolvidas simulações de um processo de crimpagem com as condições similares às reais e os resultados obtidos puderam indicar uma tendência de ajuste que proporcione uma crimpagem próxima à ideal, ao se optar pelo coeficiente de atrito adequado.

AGRADECIMENTOS

Estes estudos foram realizados no âmbito da SALA IFSP/CIMNE, no âmbito do acordo de cooperação técnico-científico do IFSP com a Universidade Politécnica da Catalunha (UPC), denominado Rede de salas CIMNE, e com a participação de um bolsista PIBITI do CNPq.

Agradecimentos em especial ao Prof. Dr. Écio Naves Duarte, pela oportunidade concedida e pela dedicação no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. L. C. M. *Simulação numérica do processo de estampagem de chapas metálica*. Universidade do Moinho. Departamento de Engenharia Mecânica, 2003.

DIJK. P. V. A. *Novel method for accurate measurement of elastic and plastic properties of contact spring materials*. Netherlands: PVDIJK Consultancy BV, 2006.

DUARTE, E. N. *Estudo analítico de freios de estampagem em chapas metálicas*. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

OLIVEIRA, P. L. M. *Projeto de iniciação científica IFSP Bragança Paulista*: conformação mecânica. IFSP: Bragança Paulista, 2009.

OLIVEIRA, S. A. G. *Simulação numérica do processo de conformação mecânica*. Uberlândia: 13º POSMEC – 13º Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Uberlândia.

FREINET VAI AO ENSINO MÉDIO NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO *CAMPUS* SÃO PAULO

Carlos Alberto Vieira [1]
Marlene das Neves Guarienti [2]

Este artigo trata de um relato das observações sobre o projeto interdisciplinar "O Jornal do Vestibular" fundamentadas no método "O Jornal Escolar" de Céléstin Freinet, desenvolvido com os alunos dos terceiros anos, do nível médio pela área de Matemática entre os anos de 2004 a 2008 no IFSP — campus São Paulo. Este projeto buscava uma aprendizagem interdisciplinar, contextualizada e espontânea, que pretendia introduzir os alunos no mundo da pesquisa em prol da construção do conhecimento e cultura de forma coletiva.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Contextualização. Construção coletiva. O jornal escolar.

This article presents an account of the comments on the interdisciplinary project "The College entrance exam Journal" based on Freinet's method "The Official School", developed by Math students, from 2004 to 2008, with all the students of the third year in the senior high school at IFSP — Campus São Paulo. This project, which purpose was to search for a interdisciplinary, contextualized and spontaneous learning, intended to introduce students to the research world through colaborative work on behalf of knowledge and culture construction.

Keywords: Interdisciplinarity. Contextualization. Colaborative construction. School newspaper.

1 INTRODUÇÃO

A convite da Instituição, em 2004, a área de Matemática escreveu um projeto para ser desenvolvido na parte diversificada do currículo dos terceiros anos do ensino médio do *campus* São Paulo, e, com esse objetivo, um grupo de professores investiu no método do "O Jornal Escolar" de Freinet.

A concepção de um projeto a partir da experiência de Freinet visava dialogar com a preocupação daqueles alunos, que, conforme longa experiência e atenta observação, passavam esta etapa muito ansiosos com a aproximação dos vestibulares.

Assim, criou-se um projeto que, por estudar e transformar as questões dos vestibulares das melhores universidades brasileiras, proporcionava aos alunos uma maior familiaridade com o formato e o teor das provas, e, com isso, trazia uma maior segurança para enfrentarem os exames vestibulares.

Nesta trajetória de estudos, e como forma de socializar para toda a turma as discussões feitas em grupos e os seus resultados, construiu-se "O Jornal do Vestibular", aos moldes propugnados por Freinet.

Para isso, algumas etapas foram então delineadas, e, após um levantamento cuidadoso e a seleção das questões a serem trabalhadas,

1 Professor de Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo — *Campus* São Paulo - Mestre em Educação, Arte e História da Cultura pela Universidade Presbiteriana Mackenzie - Doutorando em Educação, Arte e História da Cultura pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. E-mail: <trivieira@yahoo.com.br>.

2 Professora de Português do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo — *Campus* São Paulo - Mestre em Filologia e Língua Portuguesa pela USP - Doutoranda em Filologia e Língua Portuguesa pela USP. E-mail: <marleneguarienti@terra.com>.

procedia-se a uma análise cujo objetivo era o de identificar aquelas descontextualizadas ou que não fossem interdisciplinares.

Isto porque, de acordo com a nossa experiência docente, a falta de contexto e/ou de interdisciplinaridade em uma questão de avaliação ocasionava um esforço cognitivo extra na sua resolução, um desconforto que dificultava o desempenho dos alunos nos vestibulares.

A partir do refinamento da seleção por tais critérios, propunha-se retrabalhar esse novo conjunto de questões inserindo o cotidiano do aluno, envolvendo principalmente as disciplinas Biologia, Física, Matemática e Química, mas com as demais disciplinas dando importante suporte na construção do sentido de cada questão.

Neste processo, o projeto "O Jornal do Vestibular" buscou ser uma ferramenta para a aprendizagem **natural, espontânea e estimulante** em sala de aula, pois, de acordo com a experiência levada a efeito por Freinet, isso "contribuirá para a harmonização do meio, que permanece um fator decisivo da educação" (FREINET, 1996, p. 25).

Freinet acreditava que nenhuma técnica poderia preparar crianças, jovens e adultos melhor do que aquela que os incitasse "a se exprimirem pela palavra, pela escrita, pelo desenho e pela gravura" (FREINET, 1996, p. 25), e afirmava que, "na prática, as crianças interessam-se espontaneamente pelos jornais impressos" (FREINET, 1974, p. 30), e que as que liam "O Jornal Escola" estavam curiosas para saber as novidades que os colegas vivenciaram e, em contrapartida, as que escreviam estavam ansiosas para fazerem seus relatos por meio da escrita.

Mesmo sabendo que "a experiência do Jornal Escolar foi metódica e conclusiva para o primeiro grau" (FREINET, 1996, p. 65), o grupo da Matemática apostou na ideia, pois Freinet acreditava que este método teria alcance nos cursos de segundo grau[1]:

> A fórmula jornalística pode, em contrapartida, evoluir a partir dos doze ou treze anos, e mais especialmente nos cursos complementares, nos centros de aprendizagem e no segundo grau. Nessa idade, o nosso método pode perfeitamente coexistir com um plano editorial, uma ordem de publicação, que já permitem uma fórmula semelhante à dos jornais e revistas vulgares (FREINET, p. 43).

O grupo investiu na ideia de que este projeto poderia ser adequado às necessidades pedagógicas do Instituto, e colocou como meta a produção de um jornal interdisciplinar e contextualizado, abraçando, também, o objetivo de estimular nos alunos a pesquisa científica como instrumento inalienável de construção do seu próprio conhecimento e cultura.

Para a implementação do projeto, buscamos colaboradores no âmbito da Instituição, e descobrimos colegas professores da área de Códigos e Linguagens e suas Tecnologias (CCL) trabalhando com questões relativas à produção de jornal.

Mas buscava-se também por experiências desenvolvidas em outras áreas, em especial as de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Biologia, Física, Matemática, Química). No entanto, isso não foi possível e, ainda que nos parecesse ousado, levamos a ideia adiante como forma de aprendizado e desafio a nós mesmos.

Assim, recorrendo aos colegas da área de CCL, pudemos contar com a professora Meres Ferreira, que já trabalhava com o método de Freinet para a elaboração de um jornal na Escola Estadual Professor João Borges, o projeto-atividade intitulado "Jornal Mural". A colega Meres Ferreira proferiu, então, uma palestra para os professores envolvidos na concepção do projeto para o IFSP.

Outro profissional que colaborou foi o jornalista Bruno Tripode Bartaquini, editor da revista *Leituras da História* da Editora Escala, que palestrou para professores e alunos sobre os fundamentos do jornalismo e modos de edição, e cujo auxílio se estendeu durante a nossa trajetória.

1 Nomenclatura antiga do Ensino Médio.

Contamos também com a colaboração da servidora jornalista Thalita Di Bella Costa Monteiro na revisão das edições dos jornais.

No entanto, apesar de termos valiosas colaborações, algumas dificuldades se nos apresentaram, como a formalização de "plano de ensino" e "plano de aula", uma vez que não havia como o Projeto enquadrar-se inteiramente nos moldes da estrutura praticada para o ensino médio na Instituição.

Diante disso, e depois de todas as questões devidamente ponderadas e refletidas, chegou-se à conclusão que, para criar um projeto dessa natureza, deveríamos estudar mais a fundo o método de "O Jornal Escolar" de Freinet e suas potencialidades. Neste aprofundamento dos estudos das concepções de Freinet, constatamos irrefutavelmente que estávamos sendo levados à reestruturação de nossas atitudes e postura em sala de aula.

Embora soubéssemos que a realidade vivida por Freinet tenha sido a de um vilarejo da França, entre 1920 e 1966, o que diferia enormemente da realidade de uma cidade como São Paulo com a qual lidávamos, apoiamo-nos em sua própria afirmação: "cada época tem uma linguagem e utensílios que lhe são próprios" (FREINET, 1974, p. 11).

De fato, ao iniciarmos os trabalhos, ocorreram dificuldades na preparação e organização desde os temas a serem desenvolvidos até na elaboração dos textos, e constatamos a necessidade de criarmos normas que, conforme Freinet, obedecessem "a certo número de regras que procuram obter, no gênero que se previu, um máximo de perfeição" (FREINET, 1996, p. 45).

2 O PROJETO

O projeto "O Jornal do Vestibular" tem como objetivo desenvolver uma **aprendizagem natural, espontânea e estimulante**, incorporando outro objetivo, o de promover o espírito de coletividade por meio de uma construção de conhecimento permanente com trabalhos em grupo, em temas do cotidiano integrados prioritariamente a conteúdos da matemática, física, biologia e química.

Deste modo, julgamos trabalhar dentro dos objetivos maiores das concepções de Freinet, para quem "o jornal escolar é um inquérito permanente que nos coloca à escuta do mundo e é uma janela ampla, aberta sobre o trabalho e a vida" (FREINET, p. 83).

Para Freinet (1974, p. 65).

> Os princípios psicológicos que estão na base das nossas realizações têm um alcance que, ultrapassando o meio escolar, é susceptível de renovar os próprios elementos da cultura em todos os graus.

Estamos de acordo com essas percepções e princípios, e entendemos que um jornal escolar, "deve estar, sim, à medida de uma educação que, pela vida, prepara para a vida" (FREINET, 1996, p. 78).

Destacamos que, em nosso "O Jornal do Vestibular", procedemos às adaptações recomendadas por Freinet, para quem não era o caso transportar exatamente os mesmos métodos para o "segundo grau" de escolaridade sem modificá-los:

> Cabe aos educadores desses graus a tarefa de adaptar as nossas próprias realizações e êxitos às suas próprias classes. O jornal escolar nos cursos complementares e no segundo grau deverá ser como um meio caminho andado entre os nossos jornais do primeiro grau e os jornais adultos (FREINET, 1996, p. 65)

Desta forma, considerando o público-alvo e suas demandas, concebemos o projeto e constituímos os nossos objetivos e metas, e passamos à sua implementação, também observando e tomando notas sobre o seu desenvolvimento e resultados, a exemplo de Freinet.

3 METODOLOGIA

Em termos práticos, os alunos mudaram a sua rotina exclusiva de sala de aula e passaram a utilizar outras ferramentas

para a aquisição de conhecimento, como navegar pela internet – numa atualização da aula passeio de Freinet – para pesquisar as provas e as respectivas resoluções nas páginas das universidades ou dos cursinhos preparatórios. Em seguida, as resoluções propostas eram analisadas para verificar como o autor as tinha desenvolvido, quais teorias usou, enquanto que outras possíveis resoluções também eram discutidas.

Nestas atividades, cabia a investigação do aspecto histórico e cultural das teorias envolvidas nas questões e em suas resoluções, buscando o contexto de suas descobertas e seu valor para o mundo da ciência – elemento fundamental para a proposta interdisciplinar.

A contextualização e a interdisciplinaridade eram, em grande medida, o foco da pesquisa, e as questões que não atendiam minimamente tais critérios eram retrabalhadas e modificadas, uma vez que adotamos a premissa de que a contextualização e a interdisciplinaridade são condição para a busca do aprendizado significativo.

Sabemos que o parecer CEB nº 15/98 (1998 apud BRASIL, 1999, p. 91) vai ainda mais longe, afirmando que "o tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo", em uma tentativa de romper a fragmentação do conhecimento, tornando-o significante.

O Projeto "Jornal do Vestibular" buscou alterar a condição de espectador passivo, criando condições para o surgimento de um protagonismo dos alunos, a partir da ideia de colocá-los diante da prática da análise e da crítica com vistas a um objetivo mais abrangente no que tange à sua apropriação de conhecimentos interdisciplinares contextualizados no seu cotidiano, e isto se processou desde a pesquisa até a elaboração e escrita efetivamente autoral dos artigos publicados.

Os alunos, gradativamente, passaram a modificar a relação com seus estudos e o tratamento do conhecimento, revisando todos os conteúdos que já haviam estudado anteriormente, mas sob uma outra ótica, o que envolvia buscar uma interface principalmente entre as disciplinas Biologia, Física, Matemática e Química, relacionando-as entre si e com o seu cotidiano. Essa vivência vai ao encontro do que escreve Ivani Fazenda (2005, p. 17) sobre projetos: "(…) ter em mente que um projeto interdisciplinar não é ensinado, e sim, vivenciado".

Entendemos que, com a prática da reconstrução, os alunos são estimulados a refletir sobre as teorias envolvidas nas resoluções das questões, mas apoiando-se na interdisciplinaridade e na contextualização, tendo a liberdade e a oportunidade de criar, com os seus colegas, seus próprios exercícios e construir coletivamente os seus conhecimentos.

Outro momento essencial acontecia quando os alunos apresentavam os seus resultados em seminários, atividade que fomenta a iniciativa e a postura pró-ativa, promove a socialização das pesquisas e fortalece o pensamento crítico construtivo, bem como o respeito às diferenças, e desenvolve as práticas éticas.

A prática dos seminários representa uma importante abertura de espaço para participação, ao admitir perguntas, sugestões, debates, trocas, atitudes de fundamental importância na concepção do projeto "O Jornal do Vestibular", pois contribuem com a capacitação do aluno para a vida produtiva em sociedade.

Aos professores cabia estimular as reflexões sobre os conceitos desenvolvidos, complementar teorias que se faziam necessárias para a compreensão dos exercícios, sugerir adequações de postura na apresentação e nas participações, entre outros aspectos.

Após o fechamento da etapa dos seminários, passava-se à preparação da edição do jornal, quando eram acionados principalmente os conhecimentos de Língua Portuguesa, numa correção coletiva que envolvia tanto os alunos quanto os professores do projeto.

4 RESULTADOS

Numa avaliação do desenvolvimento do aluno que aceita desafios, que se envolve em busca de novos conhecimentos, que pesquisa assuntos extraclasse e busca uma diversificação de seu material didático com vistas a enriquecer o seu saber, já obtivemos resultados promissores, que devem ser mais explorados com novos procedimentos metodológicos.

Do ponto de vista dos alunos, ficou clara a ocorrência da interdisciplinaridade, pois a adoção de práticas de pesquisa sobre esse tema foi ressaltada em autoavaliações que deram base à elaboração de um artigo-síntese publicado pelos próprios alunos no jornal.

Paralelamente, também pudemos observar que houve, por parte dos alunos, uma valorização do entendimento da importância da sua relação pessoal com a Língua Portuguesa, na leitura e na escrita. De fato, isto representou um ganho, pois se evidenciou a função primordial da linguagem e da língua enquanto instrumento de aquisição de conhecimento na pesquisa e de produção de conhecimento pela elaboração do jornal.

Os resultados qualitativos em termos de aquisição de conhecimento pelos alunos envolvidos com o projeto basearam-se na observação da realização das atividades por perspectivas objetivas e subjetivas no desenvolvimento do Projeto "Jornal do Vestibular".

Também acreditamos no significativo aporte para o incremento da qualidade do estudo trazido pela vivência no projeto "O Jornal do Vestibular", pelo que se registrou nos resultados das "Olimpíadas Brasileiras de Matemática das Escolas Públicas", quando se verificou que, entre todas as turmas do Instituto, a do projeto "Jornal do Vestibular" havia se destacado muito em relação às demais.

Dos cinquenta alunos do Instituto classificados naquela edição das Olimpíadas de Matemática, trinta eram dos terceiros anos, e estes estavam distribuídos em nove turmas, o que resultaria em uma média de aproximadamente três alunos por turma.

No entanto, a turma do projeto "O Jornal do Vestibular" classificou onze alunos, mais do que o dobro de qualquer turma do CEFETSP, e, se levarmos em consideração que estes alunos haviam ficado sem aulas de matemática no primeiro bimestre daquele ano, e que eles fizeram o teste das Olimpíadas no início do terceiro bimestre, algo realmente diferente ocorreu nesta turma, o que chamou a atenção para a relevância do Projeto "Jornal do Vestibular".

5 CONCLUSÃO

A perspectiva interdisciplinar é um caminho que requer inovação e renovação constantes para darmos conta de responder com eficácia à nova realidade. Isto demanda abertura a novas maneiras de pensar e novos olhares a fim de que a Educação contribua mais efetivamente para a construção de uma sociedade mais harmônica, justa e fraterna. Essas metas estão diante de grandes desafios, os de levar o aluno a buscar e aprofundar − com liberdade e espírito de coletividade − o conhecimento a ser partilhado entre todos.

Edificamos o Projeto "Jornal do Vestibular" por investirmos na ideia de que renovadas metodologias de ensinar e de aprender requerem uma visão mais abrangente da realidade sociocultural, o que tanto nos autorizou quanto nos exigiu trabalharmos com paradigmas conceituais mais flexíveis e complexos, caracterizados pela diversidade e integração.

A concretização de atividades interdisciplinares no projeto exige dos docentes o trabalho em grupo, incluindo grande capacidade de colaborar com a busca do objetivo coletivo.

Praticar interdisciplinaridade exige dos docentes a percepção da necessidade de estudar os objetos do conhecimento de outras disciplinas e de aprender uns com os outros. Em outras palavras, exige uma formação continuada do docente, pois, para desempenhar atividades coletivas e integradas, é necessário estudar bastante as relações concretas entre as disciplinas que compõem o todo do conhecimento.

Do professor exige-se, assim, um dinamismo extra para uma atualização tanto em relação aos trabalhos interdisciplinares quanto em relação à "sua" própria disciplina, além da necessidade de se elaborar um planejamento também integrado, o que é de fundamental importância para superar o nefasto isolamento entre as disciplinas. No nosso projeto "O Jornal do Vestibular" preponderou o envolvimento das disciplinas de Física, Biologia, Química e Matemática.

Em termos amplos, o conjunto do projeto envolve uma relação ensino-aprendizagem que se identifica com os postulados de uma pedagogia voltada à qualidade do ensinar e do aprender, numa dialogia entre o sujeito que ensina e o sujeito que aprende.

Compartilhamos neste artigo uma experiência que revelou bons resultados, validando uma proposta pedagógica que desenvolve as práticas investigativas e o espírito de coletividade como resposta aos desafios educacionais e sociais próprios de nossa época.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parecer CEB n.º 15/98. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.* In: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais*: ensino médio. Brasília, DF, 1999.

FAZENDA, I. (org.). *Práticas interdisciplinares na escola*. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

FREINET, C. *O jornal escolar.* Lisboa: Estampa. 1974.

FREINET, C. A *pedagogia do bom-senso*. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SÃO PAULO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
REVISTA SINERGIA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO E RESPONSABILIDADE

Eu, ..., natural de ...., nacionalidade ...., estado civil ...., profissão ...., residente e domiciliado (a) na Rua .... n º ...., Bairro ...., CEP ...., Cidade ...., UF ...., RG nº: ...., SSP/..............., e-mail:................................, telefone: .... e CPF nº ...., pelo presente instrumento particular, declaro que o trabalho intitulado .... é de minha autoria juntamente com os (co) autores a seguir: .... e com ciência deles, autorizo a sua reprodução total, por meio eletrônico e impresso, a título gratuito, inclusive de fotografias, ilustrações etc. que se refiram a pessoas ou instituições e que estejam contidas no trabalho, para publicação na Revista *Sinergia*, um periódico científico-tecnológico do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, situado na Rua Pedro Vicente, 625 – Canindé - São Paulo – SP – CEP 01109-010.

Se comprovado plágio em qualquer trabalho publicado, a Revista *Sinergia* isenta-se de qualquer responsabilidade, devendo seu(s) autor(es) arcar(em) com as penalidades previstas em lei.

A aceitação do artigo pelo Conselho Editorial implica automaticamente a cessão dos direitos autorais relativos ao trabalho.

São Paulo ....., de .... de 20.......

....
Autor responsável pela inscrição do trabalho

NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS
Instruções para os autores

Consulte o site:
<http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia/submissao.htm> para obter um modelo de artigo com normas comuns aplicadas na Revista Sinergia.

• O artigo (original não publicado ou impresso), deve ser enviado para a Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação - Revista Sinergia (IFSP), já revisado, em duas cópias, sendo uma não identificada, digitada em Microsoft Word 97 ou posterior de preferência em formato .rtf (para preservar a formatação - itálico, negrito e etc. - na diagramação impressa e eletrônica);

• Poderá ter até sete páginas, incluindo ilustrações (desenhos, gravuras ou imagens e etc.), legendas, notas e referências, sendo preferível que as ilustrações venham separadas do arquivo com o artigo e referenciadas na posição do texto em que serão inseridas. Em se tratando de artigos de grande relevância para a comunidade científica, o artigo poderá ser um pouco maior;

• As ilustrações escaneadas no tamanho original, devem ter 300 DPI, com extensão .TIFF ou .PSD (trabalhando em Photoshop), tamanho mínimo 7,5x7,5cm e máximo de 15,5x15,5cm. Serão exigidas a indicação de fonte e a autorização para reprodução, quando se tratar de ilustrações já publicadas. Para cópias de telas de computador com a tecla PrtScn do teclado, recomenda-se salvar com a extensão bitmap de 24 bits (.bmp), se for usado o PaintBrush para captura da imagem com o comando Editar->Colar;

• Os originais devem ser precedidos de um Resumo, de 100 a 250 palavras (Norma da ABNT NBR 6028:2003). Preferencialmente, 100 palavras é um bom tamanho de resumo para ocupar apenas 1 página e não comprometer mais que uma página de resumo (entraremos em contato para eventuais cortes). As palavras-chave devem ser antecedidas da expressão *Palavras-chave*, separadas entre elas por ponto e finalizadas também por ponto (Norma da ABNT NBR 6022:2003), em português e inglês;

• Logo abaixo, os dados sobre o autor, assim como titulação, vínculo profissional e endereço, telefone e *e-mail* para contato;

• Tabelas devem ser enviadas em formato Word/Excell 97 ou posterior;

• O título e o subtítulo do artigo deverão ser centralizados;

• O nome do autor e sua identificação precisam ser centralizados e separados do subtítulo por duas linhas em branco. Caso o artigo tenha vários autores, as informações sobre eles serão separadas por uma linha em branco.

• As referências bibliográficas (de acordo com as Normas da ABNT NBR 6023:2002) conterão somente as obras citadas no texto.

• Em fechamento de edição, daremos preferência para artigos com as normas da ABNT NBR aplicadas.

A revista não se responsabiliza pelas opiniões, afirmações ou questões similares emitidas pelos autores, como também sugerimos a leitura do Termo de Autorização e Responsabilidade, bem como o envio deste termo assinado. Daremos também, preferência para artigos com o Termo de Autorização e Responsabilidade assinados por autor ou co-autor.

Tabela 1 - Orientação básica para formatação

Fonte Times New Roman com espaçamento de entrelinhas simples			
Elementos:	Tamanho:	Aparência:	
Título	13 pontos	Maiúscula/Negrito	Centralizado
Subtítulo	12 pontos	Negrito	Centralizado
Autore(s)	12 pontos	Normal	Centralizado
Breve currículo	8 pontos	Normal	Centralizado
Resumo	12 pontos	Itálico/Negrito	Justificado
Texto	12 pontos	Normal	Justificado
Legendas	8 pontos	Normal	Esquerda
Referências	12 pontos	Normal	Vide-Normas

Tabela 2 - Orientação básica para formatação

Normas aplicadas na Revista Sinergia:	
ABNT NBR 6022:2003	Informação e documentação - Artigo em publicação periódica científica impressa - Apresentação
ABNT NBR 6028:2003	Informação e documentação - Resumo - Apresentação
ABNT NBR 6024:2003	Informação e documentação - Numeração progressiva das seções de um documento escrito - Apresentação
ABNT NBR 10520:2002	Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação
ABNT NBR 6023:2002	Informação e documentação - Referências - Elaboração
IBGE	Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993.
ABNT NBR 12225	Informação e documentação - Lombada - Apresentação

A consulta pode ser realizada em bibliotecas.

Contato:
Revista Sinergia

http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia
sinergia@ifsp.edu.br

Raul de Souza Püschel tel.: (11) 2763-7679
Admir Silva tel.: (11) 2763-7633/2763-7679

Rua Pedro Vicente, 625 — Canindé
São Paulo — SP — CEP 01109-010

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO
Campus Votuporanga
Campus Catanduva
Campus Barretos
Campus Sertãozinho
Campus Matão
Campus Birigui
Campus Presidente Epitácio
Campus Araraquara
Campus São Carlos
Campus Piracicaba
Campus São João da Boa Vista
Campus Hortolândia
Campus Campinas
Campus Bragança Paulista
Campus Campos do Jordão
Campus Avaré
Campus Jacareí
Campus Suzano
Campus Caraguatatuba
Campus Capivari
Campus Boituva
Campus Salto
Campus Guarulhos
Campus São Paulo
Campus Cubatão
Campus São Roque
Campus Itapetininga
Campus Registro
Distâncias Reitoria - Campus
Araraquara 300
Avaré 300
Barretos 440
Birigui 540
Boituva 130
Bragança 80
Campinas 110
Campos do Jordão 160
Capivari 130
Caraguatatuba 150
Catanduva 420
Cubatão 80
Guarulhos 20
Hortolândia 110
Itapetininga 170
Jacareí 100
Matão 330
Piracicaba 160
Presidente Epitácio 790
Registro 190
Salto 100
São Carlos 250
São João da Boa Vista 200
São Roque 70
Sertãozinho 350
Suzano 50
Votuporanga 570
Pólos - Educação à Distância
Araraquara
Barretos
Franca
Guaíra
Itapetininga
Itapevi
Jaboticabal
São João da Boa Vista
Serrana
Tarumã
Campus - Educação à Distância
Caraguatatuba
São João da Boa Vista
Rede Federal de São Paulo até 2002
Plano de Expansão da Rede Federal SP Fase I
Plano de Expansão da Rede Federal SP Fase II
Plano de Expansão da Rede Federal Fase II - Campi Avançados
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO
Dados : Setembro de 2011

ENSINO PÚBLICO GRATUITO DE QUALIDADE

MAIS DO QUE CONHECIMENTO, CONSTRUÍMOS VALORES PARA A VIDA.

O **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo** oferece ensino profissionalizante gratuito, da educação básica à pós-graduação, para milhares de jovens e adultos.

Com 102 anos de história, o **IFSP** forma cidadãos capacitados nas áreas de Controle e Processos Industriais, Gestão e Negócios, Informação e Comunicação, Infraestrutura, Recursos Naturais, Produção Industrial e Hospitalidade e Lazer.

Você pode optar por 25 cursos técnicos, 20 de nível superior (licenciaturas, tecnologias e engenharias), quatro na modalidade de jovens e adultos, oito cursos de pós-graduação, além de cursos a distância.

Instituto Federal de São Paulo. O futuro começa aqui.

CAMPI: ARARAQUARA • AVARÉ • BARRETOS • BIRIGUI • BOITUVA • BRAGANÇA PAULISTA • CAMPOS DO JORDÃO • CAPIVARI CARAGUATATUBA • CATANDUVA • CUBATÃO • GUARULHOS • HORTOLÂNDIA • ITAPETININGA • MATÃO • PIRACICABA PRESIDENTE EPITÁCIO • SALTO • SÃO CARLOS • SÃO JOÃO DA BOA VISTA • SÃO PAULO • SÃO ROQUE • SERTÃOZINHO • SUZANO VOTUPORANGA **POLOS EAD:** ARARAQUARA • BARRETOS • FRANCA • GUAIRÁ • ITAPEVI • ITAPETININGA • JABOTICABAL SÃO JOÃO DA BOA VISTA • SERRANA • TARUMÃ • PARA CONHECER MAIS SOBRE A FEDERAL, ACESSE **WWW.IFSP.EDU.BR**